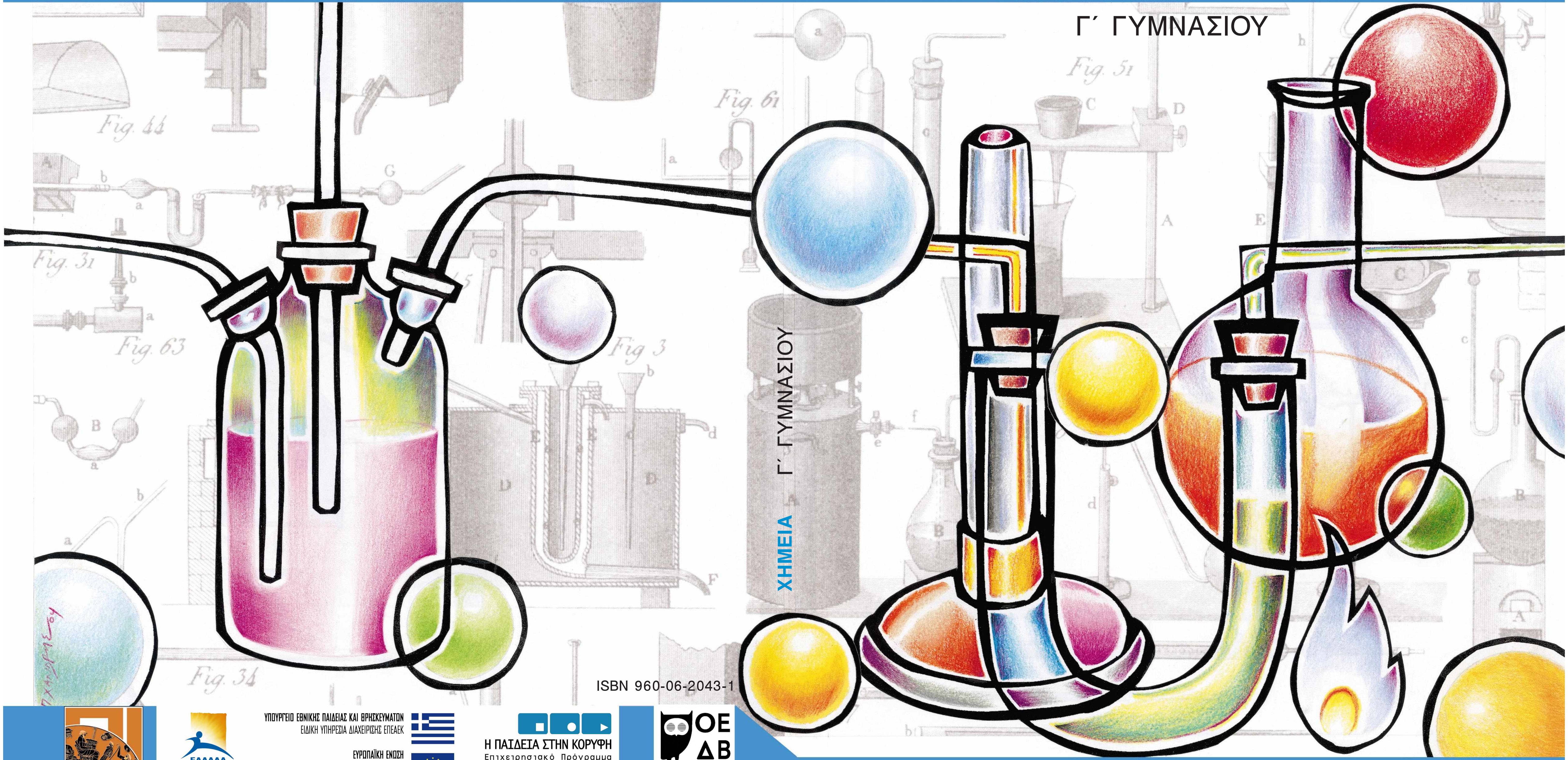
ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΕΘΝΙΚΗΣ ΠΑΙΔΕΙΑΣ ΚΑΙ ΘΡΗΣΚΕΥΜΑΤΩΝ
ΠΑΙΔΑΓΩΓΙΚΟ ΙΝΣΤΙΤΟΥΤΟ

Παναγιώτης Θεοδωρόπουλος • Παύλος Παπαθεοφάνους • Φιλλένια Σιδέρη

# ΧΗΜΕΙΑ

## Γ΄ ΓΥΜΝΑΣΙΟΥ



ΧΗΜΕΙΑ Γ΄ ΓΥΜΝΑΣΙΟΥ

ISBN 960-06-2043-1

ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΕΘΝΙΚΗΣ ΠΑΙΔΕΙΑΣ ΚΑΙ ΘΡΗΣΚΕΥΜΑΤΩΝ
ΕΙΔΙΚΗ ΥΠΗΡΕΣΙΑ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΕΠΕΑΕΚ

ΕΥΡΩΠΑΪΚΗ ΕΝΩΣΗ
ΣΥΓΧΡΗΜΑΤΟΔΟΤΗΣΗ
ΕΥΡΩΠΑΪΚΟ ΚΟΙΝΩΝΙΚΟ ΤΑΜΕΙΟ

Η ΠΑΙΔΕΙΑ ΣΤΗΝ ΚΟΡΥΦΗ
Επιχειρησιακό Πρόγραμμα
Εκπαίδευσης και Αρχικής
Επαγγελματικής Κατάρτισης

ΕΡΓΟ ΣΥΓΧΡΗΜΑΤΟΔΟΤΟΥΜΕΝΟ 75% ΑΠΟ ΤΟ ΕΥΡΩΠΑΪΚΟ ΚΟΙΝΩΝΙΚΟ ΤΑΜΕΙΟ ΚΑΙ 25% ΑΠΟ ΕΘΝΙΚΟΥΣ ΠΟΡΟΥΣ

ΟΡΓΑΝΙΣΜΟΣ ΕΚΔΟΣΕΩΣ ΔΙΔΑΚΤΙΚΩΝ ΒΙΒΛΙΩΝ
ΑΘΗΝΑ

# ΧΗΜΕΙΑ

Γ΄ ΓΥΜΝΑΣΙΟΥ

ΣΥΓΓΡΑΦΕΙΣ — **Παναγιώτης Θεοδωρόπουλος**, Χημικός
**Παύλος Παπαθεοφάνους**, Γεωλόγος,
Εκπαιδευτικός Β/θμιας Εκπαίδευσης
**Φιλλένια Σιδέρη**, Χημικός

ΚΡΙΤΕΣ-ΑΞΙΟΛΟΓΗΤΕΣ — **Μαρία Καμαριωτάκη-Παπαρρηγοπούλου**
Επίκουρος Καθηγήτρια
του Πανεπιστημίου Αθηνών
**Σουλτάνα Λευκοπούλου**
Σχολική Σύμβουλος
**Γεώργιος Πεπόνης**
Χημικός, Εκπαιδευτικός Β/θμιας Εκπαίδευσης

ΕΙΚΟΝΟΓΡΑΦΗΣΗ — **Θεοδόσης Βρανάς**, Εικονογράφος-Σκιτσογράφος

ΦΙΛΟΛΟΓΙΚΗ ΕΠΙΜΕΛΕΙΑ — **Δήμητρα Αλατζατζή**, Φιλόλογος,
Εκπαιδευτικός Β/θμιας Εκπαίδευσης

ΥΠΕΥΘΥΝΟΣ ΤΟΥ ΜΑΘΗΜΑΤΟΣ ΚΑΙ ΤΟΥ ΥΠΟΕΡΓΟΥ ΚΑΤΑ ΤΗ ΣΥΓΓΡΑΦΗ — **Αντώνιος Μπομπέτσης**
Σύμβουλος του Παιδαγωγικού Ινστιτούτου

ΕΞΩΦΥΛΛΟ — **Παντελής Χανδρής**, Ζωγράφος

ΠΡΟΕΚΤΥΠΩΤΙΚΕΣ ΕΡΓΑΣΙΕΣ — ΕΚΔΟΣΕΙΣ ΠΑΤΑΚΗ

**Γ΄ Κ.Π.Σ. / ΕΠΕΑΕΚ ΙΙ / Ενέργεια 2.2.1** / Κατηγορία Πράξεων 2.2.1.α:
«Αναμόρφωση των προγραμμάτων σπουδών και συγγραφή νέων εκπαιδευτικών πακέτων»

ΠΑΙΔΑΓΩΓΙΚΟ ΙΝΣΤΙΤΟΥΤΟ
**Δημήτριος Γ. Βλάχος**
Ομότιμος Καθηγητής του Α.Π.Θ.
Πρόεδρος του Παιδαγωγικού Ινστιτούτου

Πράξη με τίτλο: «Συγγραφή νέων βιβλίων και παραγωγή υποστηρικτικού εκπαιδευτικού υλικού με βάση το ΔΕΠΠΣ και τα ΑΠΣ για το Γυμνάσιο»

Επιστημονικός Υπεύθυνος του Έργου
**Αντώνιος Σ. Μπομπέτσης**
Σύμβουλος του Παιδαγωγικού Ινστιτούτου

Αναπληρωτές Επιστημονικοί Υπεύθυνοι του Έργου
**Γεώργιος Κ. Παλλός**
Σύμβουλος του Παιδαγωγικού Ινστιτούτου
**Ιγνάτιος Ε. Χατζηευστρατίου**
Μόνιμος Πάρεδρος του Παιδαγωγικού Ινστιτούτου

Έργο συγχρηματοδοτούμενο 75% από το Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο και 25% από εθνικούς πόρους

ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΕΘΝΙΚΗΣ ΠΑΙΔΕΙΑΣ ΚΑΙ ΘΡΗΣΚΕΥΜΑΤΩΝ
ΠΑΙΔΑΓΩΓΙΚΟ ΙΝΣΤΙΤΟΥΤΟ

Παναγιώτης Θεοδωρόπουλος • Παύλος Παπαθεοφάνους • Φιλλένια Σιδέρη

# ΧΗΜΕΙΑ

## Γ΄ ΓΥΜΝΑΣΙΟΥ

ΟΡΓΑΝΙΣΜΟΣ ΕΚΔΟΣΕΩΣ ΔΙΔΑΚΤΙΚΩΝ ΒΙΒΛΙΩΝ
ΑΘΗΝΑ

# Αντί προλόγου

*«Σε έναν κόσμο όπου κάθε προσδοκία για τη ζωή, στηρίζεται με αυξανόμενο τρόπο στην επιστημονική και τεχνολογική πρόοδο, η υποστήριξη της απόκτησης εκπαίδευσης και δεξιοτήτων στην επιστήμη και την τεχνολογία είναι αδιαμφισβήτητη για όλα τα έθνη, όχι μόνο για να επιτύχουν βιώσιμη ανάπτυξη, αλλά και για να δημιουργήσουν εγγράμματους επιστημονικά και τεχνολογικά πολίτες, ώστε να εδραιωθεί η πραγματική δημοκρατία.»*

http://unesco.org/education/ (μετάφραση των συγγραφέων)

Μπορείτε να φανταστείτε έναν κόσμο στον οποίο οι πολίτες δεν κατανοούν τα θέματα που σχετίζονται με την υγεία, τη μόλυνση του περιβάλλοντος, τη διαχείριση των φυσικών πόρων, τη διατροφή, την υγιεινή, την έλλειψη πόσιμου νερού, τα φάρμακα, δηλαδή τα θέματα που πραγματεύεται η επιστήμη της Χημείας; Πώς αυτοί οι πολίτες θα απαντήσουν στα ερωτήματα που αφορούν την επιβίωση του ανθρώπινου είδους και πώς θα επηρεάσουν αυτούς που λαμβάνουν αποφάσεις;

Το βιβλίο που κρατάτε στα χέρια σας γράφτηκε με τη σκέψη ότι εσείς, οι μαθητές του σήμερα, αύριο θα λαμβάνετε αποφάσεις. Γι' αυτό κυρίως το λόγο έχει γίνει προσπάθεια τα θέματα της Χημείας να συνδέονται με την καθημερινή ζωή και με την εξέλιξη της επιστήμης.

Με τη χρήση σημαντικών διαθεματικών εννοιών, όπως η αλληλεπίδραση, η επικοινωνία, η μεταβολή κ.ά., επιχειρείται η σύνδεση με όλους τους τομείς της κοινωνικής πραγματικότητας και τις άλλες επιστήμες.

Το βιβλίο είναι οργανωμένο σε τρεις ενότητες:

**1η ενότητα** Οξέα – Βάσεις – Άλατα
**2η ενότητα** Ταξινόμηση των στοιχείων – Στοιχεία με ιδιαίτερο ενδιαφέρον
**3η ενότητα** Η Χημεία του άνθρακα

Κάθε ενότητα χωρίζεται σε επιμέρους κεφάλαια τα οποία συνοδεύονται από ερωτήσεις, ασκήσεις και δραστηριότητες που θα σας βοηθήσουν να κατανοήσετε τη διδακτέα ύλη και να αυτοαξιολογηθείτε. Στο τέλος κάθε κεφαλαίου υπάρχουν κείμενα που συνδέουν την ύλη με την καθημερινή ζωή ή τις εξελίξεις της επιστήμης και της τεχνολογίας. Τα κείμενα αυτά θεωρούνται απαραίτητα για να συνδυάσετε τις γνώσεις που σας παρέχει το μάθημα της Χημείας με αυτά που γνωρίζετε μέσα από την εμπειρία σας, αλλά και να αναπτύξετε την κριτική σας ικανότητα.

Έγινε προσπάθεια να εξεταστούν τα θέματα με απλότητα και σαφήνεια, διατηρώντας την αναγκαία επιστημονική ακρίβεια. Ελπίζουμε το βιβλίο αυτό να αποτελέσει την αφορμή που θα εξάψει την περιέργειά σας για την επιστήμη και τις μεθόδους της.

**Οι συγγραφείς**

## ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

### 1η Ενότητα: Οξέα – Βάσεις – Άλατα


**1. Τα οξέα**

1.1 Ιδιότητες των οξέων ....................σελ. 13
1.2 Οξέα κατά Arrhenius ....................σελ. 15
1.3 Η κλίμακα pH ως μέτρο της οξύτητας ....................σελ. 16
1.4 Το pH του καθαρού νερού ....................σελ. 16
1.5 Το pH των όξινων διαλυμάτων ....................σελ. 17
1.6 Μέτρηση του pH ενός διαλύματος ....................σελ. 17
Είναι θέμα... Χημείας ....................σελ. 18
Η ιστορία ενός υπεραιωνόβιου φαρμάκου ....................σελ. 19

**2. Οι βάσεις**

2.1 Ιδιότητες των βάσεων ....................σελ. 21
2.2 Βάσεις κατά Arrhenius ....................σελ. 21
2.3 Η κλίμακα pH ως μέτρο της βασικότητας ....................σελ. 22
Είναι θέμα... Χημείας ....................σελ. 23
Χημεία και βιομηχανική ανάπτυξη ....................σελ. 24
Ομοιότητα και διαφορά ....................σελ. 25

**3. Εξουδετέρωση**

3.1 Εξουδετέρωση ....................σελ. 27
Είναι θέμα... Χημείας ....................σελ. 28
Ρύθμιση του pH του εδάφους ....................σελ. 29

**4. Τα άλατα**

4.1 Σχηματισμός κρυστάλλων χλωριούχου νατρίου ....................σελ. 31
4.2 Σχηματισμός κρυστάλλων θειικού βαρίου ....................σελ. 32
4.3 Τα άλατα ....................σελ. 32
4.4 Ευδιάλυτα και δυσδιάλυτα άλατα ....................σελ. 34
Είναι θέμα... Χημείας ....................σελ. 34
Αλυκές – Μαγειρικό αλάτι ....................σελ. 35
Η σόδα και οι απαρχές της χημικής βιομηχανίας ....................σελ. 37

**5. Εφαρμογές των οξέων, βάσεων και αλάτων στην καθημερινή ζωή**

5.1 Ανθρώπινος οργανισμός ....................σελ. 39
5.2 Καθαριότητα στην καθημερινή ζωή ....................σελ. 40
5.3 Αρκετή τροφή για να χορτάσει όλος ο κόσμος ....................σελ. 42
5.4 Προστατεύοντας τον πλανήτη από την όξινη βροχή ....................σελ. 44

## 2η Ενότητα: Ταξινόμηση των στοιχείων – Στοιχεία με ιδιαίτερο ενδιαφέρον

### 1. Ο περιοδικός πίνακας


1.1 Από το χθες ....................σελ. 49
1.2 Στο σήμερα: Ο σύγχρονος περιοδικός πίνακας ....................σελ. 49
1.3 Τα μέταλλα και τα αμέταλλα στον περιοδικό πίνακα ....................σελ. 50
1.4 Γιατί υπάρχουν χημικά στοιχεία με παρόμοιες ιδιότητες; ....................σελ. 51
Είναι θέμα... Χημείας ....................σελ. 51

### 2. Τα αλκάλια


2.1 Γενικά ....................σελ. 53
2.2 Ιδιότητες των αλκαλίων ....................σελ. 53
Αλκάλια και ανθρώπινος οργανισμός ....................σελ. 55


### 3. Μερικές ιδιότητες και χρήσεις των μετάλλων


3.1 Μέταλλα και αμέταλλα ....................σελ. 57
3.2 Οι αντιδράσεις των μετάλλων με αραιά διαλύματα οξέων ....................σελ. 58
3.3 Η απλή αντικατάσταση ....................σελ. 59
3.4 Τα κράματα ....................σελ. 60
Είναι θέμα ...Χημείας ....................σελ. 61
Στην αυγή του πολιτισμού ....................σελ. 62

### 4. Ο άνθρακας


4.1 Γενικά ....................σελ. 65
4.2 Φυσικοί άνθρακες ....................σελ. 65
4.3 Τεχνητοί άνθρακες ....................σελ. 66
4.4 Το διοξείδιο του άνθρακα ....................σελ. 66
4.5 Ανθρακικά άλατα ....................σελ. 66
4.6 Τσιμέντο και σκυρόδεμα ....................σελ. 67
Είναι θέμα... Χημείας ....................σελ. 67


### 5. Το πυρίτιο


5.1 Γενικά ....................σελ. 69
5.2 Το γυαλί ....................σελ. 69
5.3 Τα κεραμικά ....................σελ. 70
5.4 Οι οπτικές ίνες ....................σελ. 70
5.5 Οι ημιαγωγοί ....................σελ. 71
Είναι θέμα ...Χημείας ....................σελ. 71
Οι ελληνικοί λιγνίτες και η συμβολή τους στην παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας ....................σελ. 72

### 6. Τα αλογόνα


6.1 Γενικά ....................σελ. 75
6.2 Φυσικές ιδιότητες των αλογόνων ....................σελ. 75
6.3 Δυσδιάλυτα άλατα αλογόνων ....................σελ. 75
6.4 Χρήσεις των αλογόνων ....................σελ. 76
Τελικά, ηλιοθεραπεία θα κάνουμε; ....................σελ. 77

## 3η Ενότητα: Η Χημεία του άνθρακα

### 1. Οι υδρογονάνθρακες


1.1 Γενικά ..........σελ. 81
1.2 Ταξινόμηση υδρογονανθράκων ..........σελ. 81
1.3 Καύση των υδρογονανθράκων ..........σελ. 82
1.4 Οι υδρογονάνθρακες ως καύσιμα ..........σελ. 84
1.5 Η ρύπανση της ατμόσφαιρας..........σελ. 84
1.6 Μέτρα προστασίας από την ατμοσφαιρική ρύπανση..σελ. 85
Είναι θέμα ...Χημείας ..........σελ. 86

### 2. Πετρέλαιο – Φυσικό αέριο – Πετροχημικά


2.1 Γιατί το πετρέλαιο είναι τόσο δημοφιλές;..........σελ. 89
2.2 Σύσταση και σχηματισμός πετρελαίου και φυσικού αερίου ..........σελ. 89
2.3 Αποθείωση και κλασματική απόσταξη του πετρελαίου ..........σελ. 89
2.4 Σύσταση και χρήσεις του φυσικού αερίου..........σελ. 91
2.5 Πλεονεκτήματα από τη χρήση του φυσικού αερίου ..........σελ. 91
2.6 Πετροχημικά ..........σελ. 91
2.7 Πολυμερισμός..........σελ. 92
2.8 Τι είναι τα πλαστικά; ..........σελ. 92
2.9 Πολυμερή-πλαστικά ..........σελ. 93
2.10 Πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα των συνθετικών πολυμερών ..........σελ. 93
Είναι θέμα... Χημείας ..........σελ. 94


### 3. Η αιθανόλη


3.1 Ζυμώσεις – Ένζυμα ..........σελ. 97
3.2 Αιθανόλη ή αιθυλική αλκοόλη ή οινόπνευμα..........σελ. 97
3.3 Αλκοολική ζύμωση ..........σελ. 97
3.4 Η καύση της αιθανόλης..........σελ. 98
3.5 Αλκοολούχα ποτά ..........σελ. 98
3.6 Η φυσιολογική δράση της αιθανόλης..........σελ. 99

### 4. Υδατάνθρακες – Πρωτεΐνες – Λίπη


4.1 Γενικά ..........σελ. 101
4.2 Υδατάνθρακες ή σάκχαρα ..........σελ. 101
4.3 Πρωτεΐνες..........σελ. 104
4.4 Λίπη και έλαια ..........σελ. 105
4.5 Ο κύκλος του άνθρακα στη φύση..........σελ. 105

Λεξιλόγιο ..........σελ. 109
Βιβλιογραφία ..........σελ. 111

# Παρουσίαση του βιβλίου

Στην αρχή κάθε κεφαλαίου παρουσιάζονται με λόγια και εικόνες οι συνδέσεις του με την καθημερινή ζωή και παρουσιάζονται οι στόχοι της διδασκαλίας.

Κάθε μάθημα παρουσιάζεται με τη βοήθεια ενός ή περισσοτέρων πειραμάτων για την καλύτερη κατανόηση των φαινομένων που εξετάζονται.

Στο τέλος του κεφαλαίου υπάρχουν κείμενα που το συνδέουν με την καθημερινή ζωή, τις άλλες επιστήμες και την τεχνολογία.

Και... ασκήσεις για την αξιολόγησή σας

Και κείμενα βοηθητικά για τις δραστηριότητες

# Πρόταση μελέτης

| Τα ποτέ | Τα πάντα |
|---|---|
| Ποτέ δεν πρέπει να διαβάζετε Χημεία ξαπλωμένοι στον καναπέ. | Πάντα πρέπει να έχετε δίπλα σας στυλό και πρόχειρο χαρτί, ώστε να σημειώνετε τις απορίες που σας δημιουργούνται και να κρατάτε σημειώσεις για τα βασικά στοιχεία του μαθήματος. |
| Ποτέ δεν πρέπει να ξεκινάτε το διάβασμά σας, χωρίς να ξέρετε τι πρέπει να επιτύχετε. | Πάντα πρέπει να κάνετε μια καλή ανάγνωση στα εισαγωγικά κείμενα και τους στόχους του μαθήματος, ώστε να γνωρίζετε τι εξυπηρετεί καθετί που διαβάζετε. |
| Ποτέ δεν πρέπει να διαβάζετε αποσπασματικά ορισμένα κομμάτια από το μάθημα. | Πάντα πρέπει να διαβάζετε προσεκτικά, χωρίς να απομνημονεύετε, τα πειράματα που περιγράφονται και στη συνέχεια να μαθαίνετε τα συμπεράσματα στα οποία οδηγούν. Δεν είναι ανάγκη να απομνημονεύετε αριθμητικά στοιχεία ή στοιχεία που βρίσκονται σε πίνακες, παρ' ότι είναι πολύ σημαντικό, να τα διαβάζετε προσεκτικά, ώστε να αποκτήσετε ολοκληρωμένη εικόνα για το θέμα. |
| Ποτέ δεν πρέπει να αφήνετε κενά στις γνώσεις σας. Η επιστήμη της Χημείας είναι μια αλυσίδα γνώσεων. Αν χάσετε έναν κρίκο, η αλυσίδα διακόπτεται. | Πάντα πρέπει να διαβάζετε το μάθημα της ημέρας, ακόμη και αν είστε άρρωστοι, ώστε να μη δημιουργούνται κενά. |
| Ποτέ μην παραβλέπετε τα θέματα που δεν κατανοείτε! Αγαπάμε ό,τι καταλαβαίνουμε. | Αν αντιμετωπίσετε δυσκολίες στην κατανόηση εννοιών, απευθυνθείτε στο δάσκαλό σας της Χημείας, ώστε να επιλυθούν οι απορίες σας. |
| Ποτέ μην παραλείπετε να διαβάσετε τα παραθέματα, παρ' ότι δεν αποτελούν εξεταστέα ύλη. | Πάντα να διαβάζετε τα παραθέματα γιατί είναι οι κρίκοι που συνδέουν τη Χημεία σας με την καθημερινή ζωή, τις άλλες επιστήμες και την τεχνολογία. |
| Ποτέ μην επαναπαύεστε ότι επιτύχατε τους στόχους του μαθήματος χωρίς να τους ελέγξετε. | Πάντα να αξιολογείτε τον εαυτό σας για τις γνώσεις που απέκτησε και τις δεξιότητες που κατέκτησε στο τέλος του μαθήματος.<br>Για την αυτοαξιολόγησή σας υπάρχουν οι ερωτήσεις στο τέλος κάθε κεφαλαίου στο σχολικό βιβλίο και οι απαντήσεις που θα σας βοηθήσουν να ελέγξετε αν επιτύχατε τους στόχους σας. Συμπληρωματικά υπάρχουν και οι ερωτήσεις του *Τετραδίου* σας. |
| Ποτέ μην απογοητεύεστε αν τα αποτελέσματα της αυτοαξιολόγησης δεν είναι αυτά που θα θέλατε. | Πάντα να χρησιμοποιείτε την αξιολόγηση για να βελτιώνεστε και να αποκτάτε γνώση σε βάθος.<br>Αν τα αποτελέσματα της αυτοαξιολόγησής σας είναι κατώτερα από αυτά που θα θέλατε, εντοπίστε τα προβλήματα που υπάρχουν και ξαναγυρίστε στο σχολικό σας βιβλίο για να διαβάσετε προσεκτικά τα συγκεκριμένα κομμάτια. Αν παρ' όλα αυτά δεν μπορέσετε να αντιμετωπίσετε τα θέματα, σημειώστε τα στον κατάλογο των αποριών σας και απευθυνθείτε στο δάσκαλό σας. |

## Καλή επιτυχία

# ΟΞΕΑ–ΒΑΣΕΙΣ–ΑΛΑΤΑ 1

# 1. Τα οξέα

Στις ετικέτες των μπουκαλιών της διπλανής φωτογραφίας, στις οποίες αναγράφεται η σύσταση του περιεχομένου τους, υπάρχει μια κοινή λέξη, η λέξη **οξύ**.

- Στη λεμονάδα και στην πορτοκαλάδα περιέχεται κιτρικό **οξύ**.
- Στα αναψυκτικά τύπου cola περιέχεται φωσφορικό **οξύ**.
- Στο ξίδι περιέχεται οξικό **οξύ**.
- Στους χυμούς των φρούτων περιέχεται ασκορβικό **οξύ**.

**Έννοιες κλειδιά:** οξύ • όξινος χαρακτήρας • δείκτες • κατιόν υδρογόνου • κλίμακα pH • οξύτητα

**Όταν θα έχετε μελετήσει την ενότητα αυτή, θα μπορείτε:**

1. Να διαπιστώνετε τον όξινο χαρακτήρα ουσιών που περιέχονται σε προϊόντα του άμεσου περιβάλλοντός σας.
2. Να ορίζετε τα οξέα κατά τον Arrhenius.
3. Να γράφετε τους μοριακούς τύπους ορισμένων οξέων, όταν δίνονται τα ονόματά τους.
4. Να ονομάζετε ορισμένα οξέα, όταν δίνονται οι μοριακοί τύποι τους.
5. Να γράφετε τις χημικές εξισώσεις σχηματισμού ιόντων κατά τη διάλυση ορισμένων οξέων στο νερό.
6. Να μετράτε το pH ενός διαλύματος με το πεχαμετρικό χαρτί.

## 1.1 Ιδιότητες των οξέων

Τα υδατικά διαλύματα των οξέων έχουν ορισμένες κοινές ιδιότητες. Μερικές από αυτές γίνονται αντιληπτές με το πείραμα που ακολουθεί.

**ΠΕΙΡΑΜΑ** **Διαπιστώνουμε μερικές από τις ιδιότητες των οξέων.**

**Τι θα κάνουμε**

Στύβουμε ένα λεμόνι.

1. Δοκιμάζουμε το χυμό του. Τι γεύση έχει;
2. Ρίχνουμε λίγο από το χυμό του σε ένα ποτήρι ζέσης που περιέχει τσάι. Τι συμβαίνει στο χρώμα του τσαγιού;
3. Ρίχνουμε λίγο από το χυμό του σε μαγειρική σόδα. Τι παρατηρούμε;
4. Σε έναν καθαρό δοκιμαστικό σωλήνα βάζουμε ένα κουταλάκι με ρινίσματα ψευδαργύρου και προσθέτουμε 20 mL αραιού υδροχλωρικού οξέος. Τι παρατηρούμε;

Οι ιδιότητες που παρατηρήσαμε στο προηγούμενο πείραμα είναι χαρακτηριστικές των διαλυμάτων των οξέων και όχι μόνο του κιτρικού οξέος που περιέχεται στο χυμό του λεμονιού ή του αραιού υδροχλωρικού οξέος.
Ας τις εξετάσουμε πιο αναλυτικά:

**Και λίγη ιστορία...**

Στο **«Μάθημα Χημείας»**, που δημοσίευσε το 1675 ο N. Lemery, για να εξηγήσει γιατί ένα υγρό είναι όξινο, διατυπώνει την παρακάτω άποψη:

«Τα όξινα υγρά περιέχουν αιχμηρά σωματίδια, τα οποία προκαλούν τσούξιμο στη γλώσσα. Όσο πιο λεπτές είναι οι αιχμές αυτών των σωματιδίων, τόσο μεγαλύτερη είναι και η δυνατότητά τους να εισέρχονται στους πόρους των σωμάτων με τα οποία έρχονται σε επαφή.»

Όπως φαίνεται από το κείμενο, ο Lemery, ως χημικός του 17ου αιώνα, χτίζει λανθασμένα την άποψη για τα οξέα με πρωταγωνιστές τα σχήματα και την κίνηση.

### 1. Τα διαλύματα των οξέων έχουν όξινη γεύση.

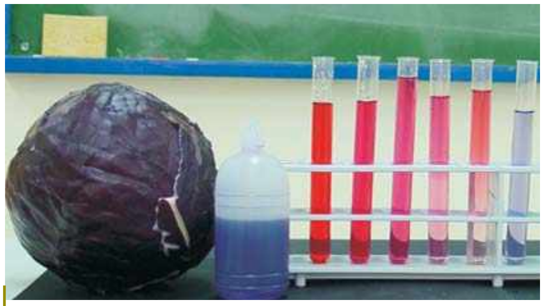
Η χαρακτηριστική όξινη (ξινή) γεύση των οξέων γίνεται αντιληπτή, όταν πίνουμε ένα φυσικό χυμό πορτοκαλιού ή λεμονιού, τα οποία περιέχουν κιτρικό οξύ, όταν τρώμε τη σαλάτα μας με ξίδι το οποίο περιέχει οξικό οξύ ή όταν τρώμε γιαούρτι το οποίο περιέχει γαλακτικό οξύ.

***Προσοχή:*** *Απαγορεύεται να δοκιμάζουμε τη γεύση οξέων που υπάρχουν στο εργαστήριο, όπως νιτρικό οξύ, θειικό οξύ και υδροχλωρικό οξύ. Κινδυνεύουμε να πάθουμε σοβαρά εγκαύματα.*

### 2. Τα διαλύματα των οξέων μεταβάλλουν το χρώμα των δεικτών.

Οι **δείκτες** είναι χημικές ουσίες οι οποίες με την παρουσία οξέων αλλάζουν χρώμα. Για παράδειγμα, αν προσθέσουμε λίγες σταγόνες του δείκτη μπλε της βρομοθυμόλης στο διάλυμα οποιουδήποτε οξέος, το διάλυμα θα πάρει κίτρινο χρώμα. Οι πιο συνηθισμένοι από τους δείκτες που χρησιμοποιούνται στα χημικά εργαστήρια είναι το βάμμα του ηλιοτροπίου, η ηλιανθίνη, το μπλε της βρομοθυμόλης και η φαινολοφθαλεΐνη.

Δείκτες περιέχονται στο κόκκινο λάχανο, στο τσάι, στα πέταλα πολλών λουλουδιών, όπως τα κόκκινα τριαντάφυλλα, τα γεράνια, οι πετούνιες, στα «ιταλικά» ραδίκια και αλλού.



Διαλύματα οξέων με δείκτη «κόκκινο» λάχανο

### 3. Τα διαλύματα των οξέων αντιδρούν με το μάρμαρο και τη μαγειρική σόδα. Από τις αντιδράσεις αυτές παράγεται διοξείδιο του άνθρακα.

Αν ρίξουμε ξίδι πάνω σε μαγειρική σόδα ή σε μικρά κομμάτια μαρμάρου, θα παρατηρήσουμε σχηματισμό φυσαλίδων. Το οξικό οξύ που περιέχεται στο ξίδι αντιδρά με τη σόδα. Από τη χημική αντίδραση παράγεται ένα αέριο σε μορφή φυσαλίδων, το διοξείδιο του άνθρακα. Παρόμοια φαινόμενα θα παρατηρήσουμε αν αντί για ξίδι χρησιμοποιήσουμε χυμό λεμονιού.

Στις δύο προηγούμενες περιπτώσεις πραγματοποιούνται οι χημικές αντιδράσεις:

Επίδραση διαλύματος υδροχλωρίου σε κομματάκια μαρμάρου

οξύ + μάρμαρο → ............ + διοξείδιο του άνθρακα ↑
οξύ + μαγειρική σόδα → ............ + διοξείδιο του άνθρακα ↑

Τόσο η μαγειρική σόδα όσο και το μάρμαρο ανήκουν σε μια κατηγορία χημικών ενώσεων που ονομάζονται **ανθρακικά άλατα** (για τα άλατα θα μιλήσουμε σε επόμενη ενότητα).

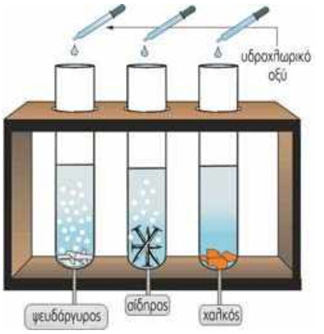
Τα διαλύματα των οξέων, κατά κανόνα, αντιδρούν με τα ανθρακικά άλατα.

οξύ + ανθρακικό άλας → .... + διοξείδιο του άνθρακα ↑

### 4. Τα διαλύματα των οξέων αντιδρούν με πολλά μέταλλα και ελευθερώνουν αέριο υδρογόνο.

Αν βάλουμε σε ένα δοκιμαστικό σωλήνα μικρά κομμάτια ψευδαργύρου και ρίξουμε μέσα διάλυμα υδροχλωρίου, θα παρατηρήσουμε παραγωγή ενός αερίου. Το αέριο αυτό είναι το υδρογόνο.

Όπως ο ψευδάργυρος, έτσι και πολλά άλλα μέταλλα αντιδρούν με ορισμένα διαλύματα οξέων και παράγουν αέριο υδρογόνο.




Επίδραση διαλύματος υδροχλωρίου σε ορισμένα μέταλλα

οξύ + μέταλλο → ............ + υδρογόνο ↑

Μερικά μέταλλα, όπως ο χαλκός, δεν αντιδρούν με αυτά τα διαλύματα.

**Το σύνολο των κοινών ιδιοτήτων των διαλυμάτων των οξέων ονομάζεται όξινος χαρακτήρας.**

## Όξινος χαρακτήρας

Τα υδατικά διαλύματα των οξέων:

1. Έχουν χαρακτηριστική ξινή (όξινη) γεύση.
2. Μεταβάλλουν το χρώμα των δεικτών.
3. Αντιδρούν με τα ανθρακικά άλατα και παράγεται διοξείδιο του άνθρακα.
4. Αντιδρούν με πολλά μέταλλα και παράγεται υδρογόνο.

Η *ταξινόμηση σε σύνολα* με *κοινές ιδιότητες* χαρακτηρίζει όλες τις επιστήμες. Για παράδειγμα, η βιολογία κατατάσσει τα ζώα σε θηλαστικά, ερπετά, πτηνά κτλ. με βάση ορισμένα κοινά χαρακτηριστικά τους.

## 1.2 Οξέα κατά Arrhenius

S. Arrhenius
(1859–1927)
Nobel Χημείας 1903

Γιατί όμως τα διαλύματα όλων των οξέων έχουν κοινές ιδιότητες; Απάντηση στο ερώτημα αυτό έδωσε το 1887 ο Σουηδός Χημικός S. Arrhenius:

Τα διαλύματα όλων των οξέων περιέχουν **κατιόντα υδρογόνου ($H^+$)**. Σ' αυτά ακριβώς τα ιόντα οφείλονται οι κοινές ιδιότητες των οξέων.

Έτσι, σύμφωνα με τον Arrhenius:

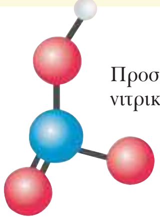
**Οξέα ονομάζονται οι ενώσεις οι οποίες, όταν διαλύονται στο νερό, δίνουν κατιόντα υδρογόνου ($H^+$).**

Στον πίνακα που ακολουθεί φαίνονται τα ιόντα που παρέχουν τα πιο συνηθισμένα οξέα, όταν διαλύονται στο νερό:

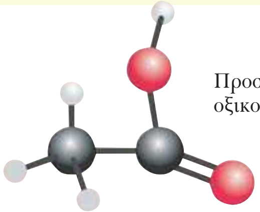
**Πίνακας 1: Η διάλυση των οξέων στο νερό**

| όνομα οξέος | διάλυμα οξέος | | κατιόν | | ανιόν | όνομα ανιόντος |
|---|---|---|---|---|---|---|
| υδροχλώριο | $HCl(aq)$ | → | $H^+(aq)$ | + | $Cl^-(aq)$ | ιόν χλωρίου |
| θειικό οξύ | $H_2SO_4(aq)$ | → | $2H^+(aq)$ | + | $SO_4^{2-}(aq)$ | θειικό ιόν |
| νιτρικό οξύ | $HNO_3(aq)$ | → | $H^+(aq)$ | + | $NO_3^-(aq)$ | νιτρικό ιόν |
| *οξικό οξύ | $CH_3COOH(aq)$ | → | $H^+(aq)$ | + | $CH_3COO^-(aq)$ | οξικό ιόν |

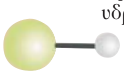
** Η χημική εξίσωση για το $CH_3COOH$ αναφέρεται σε όσα μόρια παράγουν ιόντα.*



Προσομοίωμα νιτρικού οξέος



Προσομοίωμα οξικού οξέος



Προσομοίωμα υδροχλωρίου

### ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ – ΑΣΚΗΣΕΙΣ

**ΣΤΟΧΟΙ**

**1.** Τι ονομάζεται όξινος χαρακτήρας; Να αναφέρετε τις κοινές ιδιότητες των οξέων. — 1

**2.** Πού οφείλονται οι κοινές ιδιότητες των διαλυμάτων των οξέων; — 2, 5

**3.** Ποιες χημικές ενώσεις ονομάζονται οξέα κατά Arrhenius; — 2

**4.** Ποιες ουσίες ονομάζονται δείκτες; — 1

**5.** Αν ρίξετε ξίδι ή χυμό λεμονιού σε μαρμαρόσκονη, θα παρατηρήσετε παραγωγή φυσαλίδων. Στην παραγωγή ποιου αερίου οφείλονται οι φυσαλίδες; — 1

**6.** Δεν μπορούμε να φυλάσσουμε διαλύματα οξέων σε δοχεία από σίδηρο ή αργίλιο (αλουμίνιο). Γιατί; — 1

**7.** Να αναφέρετε το αέριο το οποίο θα παραχθεί σε καθεμιά από τις επόμενες περιπτώσεις:
**α.** διάλυμα υδροχλωρίου αντιδρά με σίδηρο,
**β.** μαγειρική σόδα αντιδρά με διάλυμα θειικού οξέος.
Να περιγράψετε ένα πείραμα με το οποίο μπορεί να επιβεβαιωθεί ποιο είναι το αέριο που παράγεται σε κάθε περίπτωση. — 1

**8.** Να γράψετε τους μοριακούς τύπους των χημικών ενώσεων: υδροχλώριο, θειικό οξύ, νιτρικό οξύ και οξικό οξύ. Να γράψετε επίσης τις χημικές εξισώσεις που δείχνουν το σχηματισμό ιόντων κατά τη διάλυση των παραπάνω οξέων στο νερό. — 3, 4, 5

## 1.3 Η κλίμακα pH (πε-χα) ως μέτρο της οξύτητας

Η οξύτητα είναι μια μετρήσιμη ιδιότητα των διαλυμάτων, η οποία εκφράζει το πόσο όξινο είναι ένα διάλυμα. Όσο περισσότερα κατιόντα υδρογόνου υπάρχουν σε ορισμένο όγκο ενός διαλύματος, τόσο μεγαλύτερη είναι η οξύτητά του. Η περιεκτικότητα ενός υδατικού διαλύματος σε κατιόντα υδρογόνου μπορεί να εκφραστεί με διάφορους τρόπους. Η επικρατέστερη έκφραση για την περιεκτικότητα αυτή είναι ένας αριθμός, **το pH του διαλύματος**.

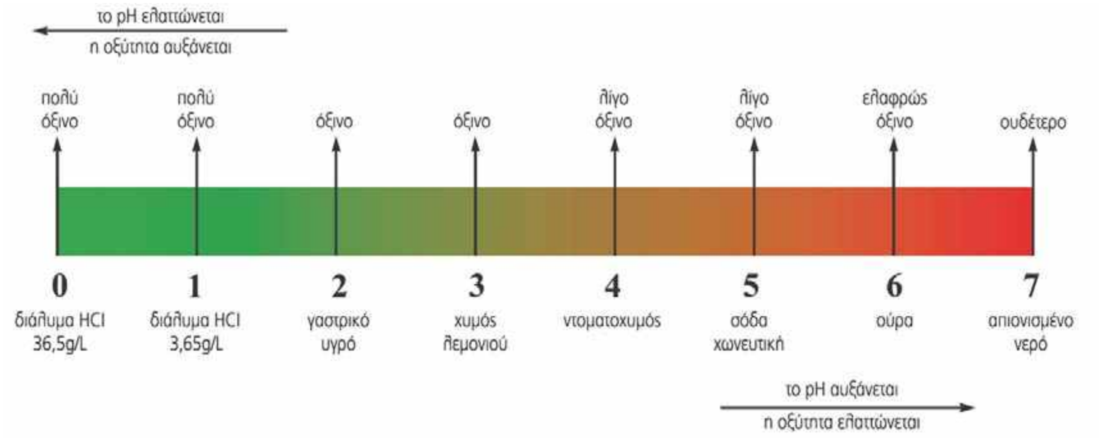
Στα διαλύματα των οξέων, το pH παίρνει τιμές **μικρότερες από 7** και πρακτικά **μεγαλύτερες από 0**, εφόσον βρίσκονται σε **θερμοκρασία 25°C**. **Όσο πιο μικρό είναι το pH** ενός υδατικού διαλύματος **τόσο πιο όξινο είναι το διάλυμα** αυτό, δηλαδή τόσο μεγαλύτερη είναι η περιεκτικότητά του σε κατιόντα υδρογόνου. Έτσι, ένα διάλυμα με pH = 1 είναι πιο όξινο από ένα διάλυμα με pH = 2,5, το οποίο με τη σειρά του είναι πιο όξινο από ένα διάλυμα με pH = 6,2.

**Οι κλίμακες στη ζωή μας**

Ένας αριθμός, το pH, προσδιορίζει το πόσο όξινο είναι ένα διάλυμα.

Ένας αριθμός επίσης, ο «αριθμός οκτανίου», καθορίζει την ποιότητα της βενζίνης, ένας άλλος, ο αιματοκρίτης, καθορίζει την «ποιότητα» του αίματος και ένας ακόμη αριθμός στην κλίμακα Μποφόρ την ένταση του ανέμου.

Και άλλες κλίμακες:
- η μισθολογική κλίμακα
- η βαθμολογική κλίμακα
- η φορολογική κλίμακα

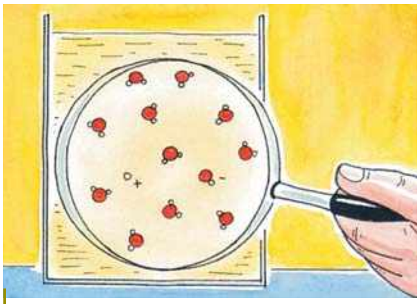



## 1.4 Το pH του καθαρού νερού

Έχει βρεθεί πειραματικά ότι το νερό, ακόμα και όταν δεν περιέχει καμία διαλυμένη ουσία, περιέχει πάντοτε ένα σχετικά μικρό αριθμό κατιόντων υδρογόνου. Η παρουσία αυτών των κατιόντων οφείλεται στο γεγονός ότι ένα πάρα πολύ μικρό ποσοστό των μορίων του νερού δίνει ιόντα, σύμφωνα με τη χημική εξίσωση:

$$H_2O(l) \rightarrow H^+(aq) + OH^-(aq)$$

Από αυτή τη χημική εξίσωση φαίνεται ότι από τα μόρια του νερού παράγονται, εκτός από τα κατιόντα υδρογόνου, και ανιόντα $OH^-$, τα οποία ονομάζονται ανιόντα υδροξειδίου.



**Σκεφτείτε ότι...**
Από ένα δισεκατομμύριο μόρια νερού μόνο τέσσερα δίνουν κατιόντα $H^+$ και ανιόντα $OH^-$.
**Μη σκεφτείτε ότι...**
Θα μπορούσατε να δείτε μόρια με μεγεθυντικό φακό, γιατί είναι πολύ-πολύ μικρά.

Από την ίδια χημική εξίσωση προκύπτει επίσης ότι τα κατιόντα υδρογόνου που παράγονται από τα μόρια του νερού είναι ίσα με τα ανιόντα υδροξειδίου.

Έτσι, στο καθαρό νερό (δηλαδή στο νερό που δεν περιέχει καμία διαλυμένη ουσία) ισχύει:

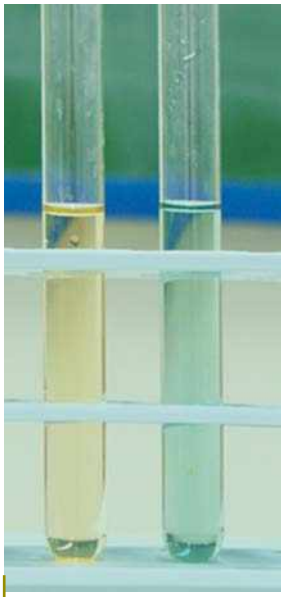
**πλήθος $H^+(aq)$ = πλήθος $OH^-(aq)$ (1)**

Η περιεκτικότητα ενός διαλύματος σε κατιόντα υδρογόνου εκφράζεται όμως με έναν αριθμό, το pH του διαλύματος.

Εφόσον και στο καθαρό νερό περιέχονται κατιόντα υδρογόνου, συμπεραίνουμε ότι και στο καθαρό νερό αντιστοιχεί κάποια τιμή pH:

**Το pH του καθαρού νερού είναι 7 (στους 25°C).**

Το ίδιο pH με το καθαρό νερό (pH = 7) έχουν και όλα τα υδατικά διαλύματα στα οποία ισχύει η σχέση (1) στους 25°C. Τα διαλύματα αυτά ονομάζονται **ουδέτερα**.



Το χρώμα του δείκτη μπλε της βρομοθυμόλης σε όξινο και ουδέτερο περιβάλλον αντίστοιχα

## 1.5 Το pH των όξινων διαλυμάτων

Όπως είδαμε, όταν ένα οξύ διαλύεται στο νερό, παρέχει κατιόντα υδρογόνου. Επομένως, στα διαλύματα των οξέων τα ιόντα $H^+$ θα είναι περισσότερα από τα ιόντα $OH^-$. Έτσι:

**σε κάθε διάλυμα οξέος ισχύει: πλήθος $H^+(aq)$ > πλήθος $OH^-(aq)$**

Η πρόταση αυτή είναι ισοδύναμη με την πρόταση που έχουμε αναφέρει στην §1.3:

**σε κάθε διάλυμα οξέος ισχύει: pH < 7**

### Επισημάνσεις

- Όταν προσθέτουμε νερό σε ένα όξινο διάλυμα (δηλαδή όταν το αραιώνουμε) το διάλυμα γίνεται λιγότερο όξινο, γιατί σε ορισμένο όγκο διαλύματος περιέχονται λιγότερα $H^+$. Επομένως, το pH του διαλύματος αυξάνεται.
- Όσο νερό και αν προσθέσουμε σε ένα όξινο διάλυμα, το διάλυμα θα παραμείνει όξινο, δηλαδή το pH του θα είναι πάντα μικρότερο από 7.

## 1.6 Μέτρηση του pH ενός διαλύματος

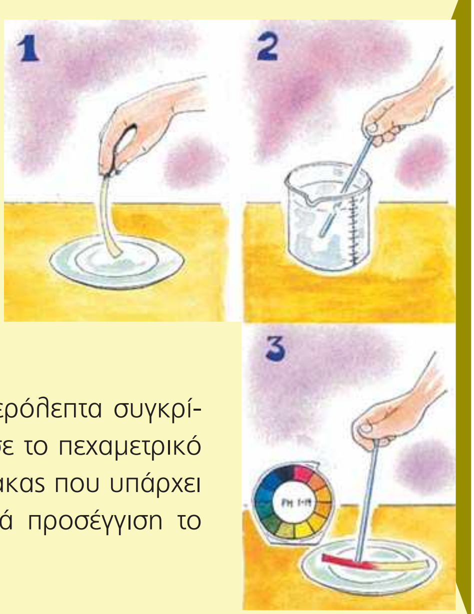
Το pH ενός διαλύματος μπορούμε να το μετρήσουμε με πεχάμετρο ή με πεχαμετρικό χαρτί. Το πεχάμετρο είναι ένα ηλεκτρονικό όργανο το οποίο χρησιμοποιείται για την ακριβή μέτρηση του pH ενός διαλύματος. Το πεχαμετρικό χαρτί είναι ένα ειδικό απορροφητικό χαρτί εμποτισμένο με μείγμα δεικτών (δείκτης Universal ή γενικός δείκτης), το οποίο αλλάζει χρώμα ανάλογα με το pH του διαλύματος. Μας επιτρέπει να βρίσκουμε πολύ εύκολα το pH του διαλύματος, αλλά όχι με μεγάλη ακρίβεια.

Μέτρηση του pH με τη βοήθεια πεχάμετρου

**ΠΕΙΡΑΜΑ** **Μετράμε το pH ενός διαλύματος.**

Τι θα κάνουμε

1. Τοποθετούμε σε μια ύαλο ωρολογίου ένα κομμάτι πεχαμετρικό χαρτί.
2. Παίρνουμε μια γυάλινη ράβδο και την πλένουμε καλά με απιονισμένο νερό.
3. Βυθίζουμε τη γυάλινη ράβδο στο χυμό λεμονιού και στη συνέχεια την ακουμπάμε πάνω στο πεχαμετρικό χαρτί. Μετά από μερικά δευτερόλεπτα συγκρίνουμε το χρώμα που απέκτησε το πεχαμετρικό χαρτί με τα χρώματα της κλίμακας που υπάρχει στο κουτί και βρίσκουμε κατά προσέγγιση το pH του χυμού του λεμονιού.




## *Είναι θέμα... Χημείας*

**Μέλισσες και οξέα**

Το δηλητήριο της μέλισσας περιέχει ένα οξύ, στο οποίο οφείλεται ο ενοχλητικός ερεθισμός που προκαλεί. Οι βασίλισσες εκκρίνουν επίσης μια «βασιλική» ουσία, ένα οξύ, που έλκει τους κηφήνες για το ζευγάρωμα.

**Πικραμύγδαλα για εκτελέσεις;**

Το υδροκυάνιο είναι ένα οξύ, το οποίο είναι ισχυρότατο δηλητήριο, καθώς δόση 0,05 g είναι θανατηφόρα για τον άνθρωπο. Στα πικραμύγδαλα περιέχεται μια χημική ουσία, η αμυγδαλίνη, από τη διάσπαση της οποίας παράγεται υδροκυάνιο (σε αυτό οφείλεται η χαρακτηριστική οσμή τους). Φυσικά η ποσότητά του είναι τόσο μικρή, που κανείς δε θα μπορούσε να χρησιμοποιήσει πικραμύγδαλα ως φονικό όπλο. Στο ζωικό βασίλειο ένα είδος σαρανταποδαρούσας εξοντώνει τους εχθρούς του, εκκρίνοντας μια χημική ουσία η οποία διασπάται ακαριαία και ελευθερώνει υδροκυάνιο.

## ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ – ΑΣΚΗΣΕΙΣ

| Ερώτηση | ΣΤΟΧΟΙ |
|---|---|
| **1.** Τι δείχνει το pH ενός διαλύματος; | 6 |
| **2.** Τι τιμή έχει το pH του καθαρού νερού σε θερμοκρασία 25°C; | 6 |
| **3.** Τι τιμές μπορεί να έχει το pH ενός διαλύματος οξέος; | 1, 6 |
| **4.** Με ποιους τρόπους μπορεί να μετρηθεί το pH ενός διαλύματος; | 6 |
| **5.** Το pH μιας λεμονάδας βρέθηκε ίσο με 3,2. Πού οφείλεται η τιμή αυτή; Πώς θα μεταβληθεί το pH της λεμονάδας, αν προστεθεί νερό; | 1, 2, 6 |
| **6.** Δύο ίδιες φιάλες περιέχουν η πρώτη απιονισμένο νερό και η δεύτερη αραιό υδροχλωρικό οξύ. Να προτείνετε έναν εύκολο και ασφαλή τρόπο, για να διαπιστώσετε το περιεχόμενο κάθε φιάλης. | 1, 3, 6 |

## Η ΙΣΤΟΡΙΑ ΕΝΟΣ ΥΠΕΡΑΙΩΝΟΒΙΟΥ ΦΑΡΜΑΚΟΥ

Τα αποστάγματα από τα φύλλα της ιτιάς έχουν φαρμακευτικές ιδιότητες γνωστές από την αρχαιότητα.

Το κτίριο της Bayer ντυμένο με τη μακέτα του κουτιού της ασπιρίνης για τον εορτασμό των 100 χρόνων της

Γύρω στο 400 π.Χ. ο Ιπποκράτης συνιστούσε αφέψημα από φύλλα **ιτιάς**, για να καταπραΰνει τον πόνο της γέννας. Το 1763 ο αιδεσιμότατος Ε. Stone, ο οποίος αναζητούσε νέα φάρμακα, έμαθε ότι οι χωρικοί της ενορίας του χρησιμοποιούσαν αφέψημα από φλούδα ιτιάς ως αντιπυρετικό. Ήταν φανερό λοιπόν ότι κάποια ουσία στα φύλλα και στο φλοιό του δέντρου είχε φαρμακευτικές ιδιότητες.

Όταν οι χημικοί, πολύ αργότερα, απομόνωσαν το δραστικό συστατικό του φλοιού, διαπίστωσαν ότι ήταν ένα οξύ που ονομάστηκε σαλικυλικό οξύ από το λατινικό όνομα του δέντρου (Salix).

Το 1897 ο Γερμανός χημικός F. Hoffmann πέτυχε την εργαστηριακή σύνθεση του σαλικυλικού οξέος και η ευρεσιτεχνία του κατοχυρώθηκε από τη χημική εταιρεία Bayer. Ένα χρόνο αργότερα παρασκεύασε ένα παράγωγο του σαλικυλικού οξέος, εξίσου δραστικό, αλλά με λιγότερες παρενέργειες. Το παράγωγο αυτό, το ακετυλοσαλικυλικό οξύ, είναι το δραστικό συστατικό της γνωστής σε όλους ασπιρίνης.

Την ίδια χρονιά η Bayer έβγαλε στην αγορά την ασπιρίνη και μέχρι τον Α′ Παγκόσμιο πόλεμο προστάτεψε την πατέντα παρασκευής της και το εμπορικό της όνομα με διεθνείς συμφωνίες. Με την ήττα όμως της Γερμανίας χάθηκαν και πολλά δικαιώματα γερμανικών εταιρειών. Έτσι, παρασκευάστηκαν και άλλα φάρμακα με δραστικό συστατικό το ακετυλοσαλικυλικό οξύ, χωρίς όμως να κλονιστεί τελικά η κυριαρχία της ασπιρίνης στην αγορά. Η αναλγητική, αντιπυρετική και προληπτική έναντι των καρδιακών παθήσεων δράση της ασπιρίνης είναι τόσο αποτελεσματική, ώστε παραμένει πολύ δημοφιλές φάρμακο. Είναι το φάρμακο με τη μεγαλύτερη διάρκεια ζωής και τη μεγαλύτερη κατανάλωση σε ολόκληρο τον κόσμο. Οι ταμπλέτες ασπιρίνης που παράγονται σε ένα χρόνο μπορούν να φτιάξουν ένα μονοπάτι που πάει στο φεγγάρι και επιστρέφει!!!

***Δραστηριότητα 1:*** Να διερευνήσετε αν, εκτός από την ασπιρίνη, υπάρχουν και άλλα φάρμακα τα οποία έλκουν την καταγωγή τους από βότανα ή φυτά και των οποίων η φαρμακευτική δράση ήταν γνωστή από τα παλιά χρόνια. Μπορείτε να:

- συμβουλευτείτε το Διαδίκτυο
  http://geocities.com/sfetel/gr/medicineg.htm,
  http://www.pdr.health.com/druginfo/nmdrugprofiles/herbaldrugs/index.shtml,
- να επισκεφτείτε τη Φαρμακευτική σχολή και να πάρετε συνεντεύξεις από τους καθηγητές της φαρμακοχημείας,
- να επισκεφτείτε τον Ελληνικό Οργανισμό Φαρμάκων (ΕΟΦ) (www.eof.gr και www.ifet.gr).

***Δραστηριότητα 2:*** Οι φαρμακευτικές εταιρείες καθορίζουν τις τιμές των φαρμάκων χωρίς να λαμβάνουν υπόψη τους το φτωχό τρίτο κόσμο. Με δεδομένο ότι οι εταιρείες αυτές έχουν την αποκλειστικότητα της διάθεσης των φαρμάκων αυτών, τα τελευταία χρόνια έχει ξεκινήσει μια κριτική σε διεθνές επίπεδο. Να συγκεντρώσετε στοιχεία γι’ αυτό το θέμα και να διατυπώσετε τη δική σας άποψη, τεκμηριώνοντάς την με στοιχεία τόσο ανθρωπιστικού όσο και οικονομικού χαρακτήρα.

# 2. Οι βάσεις

Όπως είδαμε στην προηγούμενη ενότητα, το καθαρό νερό έχει pH = 7 και τα όξινα διαλύματα έχουν pH < 7. Αν μετρήσουμε το pH του ασβεστόνερου, ενός καθαριστικού τζαμιών και ενός διαλύματος αποφρακτικού σωληνώσεων, θα διαπιστώσουμε ότι είναι μεγαλύτερο από 7. Τα διαλύματα αυτά περιέχουν ουσίες που στη Χημεία ονομάζονται **βάσεις** και γι' αυτό χαρακτηρίζονται ως **βασικά** ή **αλκαλικά διαλύματα**.

**Έννοιες κλειδιά:** βάσεις • βασικός χαρακτήρας • δείκτες • ανιόν υδροξειδίου • κλίμακα pH

**Όταν θα έχετε μελετήσει την ενότητα αυτή, θα μπορείτε:**

1. Να διαπιστώνετε το βασικό χαρακτήρα ουσιών που περιέχονται σε προϊόντα του άμεσου περιβάλλοντός σας.
2. Να ορίζετε τις βάσεις κατά Arrhenius.
3. Να γράφετε τους χημικούς τύπους ορισμένων βάσεων, όταν δίνονται τα ονόματά τους.
4. Να ονομάζετε ορισμένες βάσεις, όταν δίνονται οι χημικοί τύποι τους.
5. Να γράφετε τις χημικές εξισώσεις σχηματισμού ιόντων κατά τη διάλυση ορισμένων βάσεων στο νερό.
6. Να προσδιορίζετε το pH ενός διαλύματος βάσης με τη βοήθεια πεχαμετρικού χαρτιού.

## 2.1 Ιδιότητες των βάσεων

**ΠΕΙΡΑΜΑ** **Διαπιστώνουμε την αλλαγή του χρώματος των δεικτών από τα διαλύματα των βάσεων.**

Τι θα κάνουμε

**1.** Σε ένα δοκιμαστικό σωλήνα ή ένα μικρό ποτήρι βάζουμε λίγο διάλυμα αμμωνίας ή καθαριστικό τζαμιών.
**2.** Στάζουμε μερικές σταγόνες από το δείκτη μπλε της βρομοθυμόλης και παρατηρούμε το χρώμα που αποκτά το διάλυμα.

Τα υδατικά διαλύματα όλων των βάσεων εμφανίζουν ορισμένες κοινές ιδιότητες.

**Το σύνολο των κοινών ιδιοτήτων των διαλυμάτων των βάσεων ονομάζεται βασικός χαρακτήρας.**

### Βασικός χαρακτήρας

Τα διαλύματα των βάσεων:

**1.** Έχουν γεύση καυστική.

***Προσοχή:*** *Απαγορεύεται να δοκιμάζουμε τη γεύση βάσεων που υπάρχουν στο εργαστήριο, όπως υδροξείδιο του νατρίου, αμμωνία και υδροξείδιο του ασβεστίου. Κινδυνεύουμε να πάθουμε σοβαρά εγκαύματα.*

**2.** Έχουν σαπωνοειδή αφή.
**3.** Μεταβάλλουν το χρώμα των δεικτών.

Το χρώμα ενός βασικού διαλύματος στο οποίο προστίθεται ένας δείκτης είναι διαφορετικό από το χρώμα ενός όξινου, στο οποίο έχει προστεθεί ο ίδιος δείκτης. Για παράδειγμα, ένα αλκαλικό διάλυμα γίνεται μπλε αν προστεθούν σταγόνες του δείκτη μπλε της βρομοθυμόλης, ενώ ένα όξινο γίνεται κίτρινο.

**Και λίγη ιστορία...**

Η αμμωνία ($NH_3$) οφείλει το όνομά της στον Άμμωνα-Ρα, θεό των αρχαίων Αιγυπτίων. Στο ναό του Άμμωνα (Αμμωνείο) χρησιμοποιούσαν ως καύσιμο κοπριά καμήλας. Κατά την καύση παραγόταν μια ουσία που με τον καιρό σχημάτιζε στην οροφή του ναού κρυστάλλους. Επειδή αυτοί έμοιαζαν με το μαγειρικό αλάτι, η ουσία ονομάστηκε άλας του Άμμωνα. Από το άλας αυτό μπορεί να παραχθεί αμμωνία.

## 2.2 Βάσεις κατά Arrhenius

Η ύπαρξη κοινών ιδιοτήτων σε όλα τα διαλύματα των βάσεων ερμηνεύτηκε επίσης από τον Arrhenius. Όπως σε όλα τα διαλύματα των οξέων περιέχονται κατιόντα υδρογόνου ($H^+$), έτσι σε όλα τα διαλύματα των βάσεων περιέχονται **ανιόντα υδροξειδίου ($OH^-$)**. Σε αυτά ακριβώς τα ανιόντα οφείλονται οι κοινές τους ιδιότητες.

Έτσι, σύμφωνα με τον Arrhenius:

**Βάσεις ονομάζονται οι ενώσεις οι οποίες, όταν διαλύονται στο νερό, δίνουν ανιόντα υδροξειδίου ($OH^-$).**

Στον πίνακα που ακολουθεί φαίνονται τα ιόντα που δίνουν οι πιο συνηθισμένες βάσεις, όταν διαλύονται στο νερό:

**Πίνακας 2: Η διάλυση των βάσεων στο νερό**

| όνομα βάσης | χημικός τύπος | | κατιόντα | | ανιόντα |
|---|---|---|---|---|---|
| υδροξείδιο του νατρίου | $NaOH(s)$ | $\xrightarrow{H_2O}$ | $Na^+(aq)$ | + | $OH^-(aq)$ |
| υδροξείδιο του καλίου | $KOH(s)$ | $\xrightarrow{H_2O}$ | $K^+(aq)$ | + | $OH^-(aq)$ |
| υδροξείδιο του ασβεστίου | $Ca(OH)_2(s)$ | $\xrightarrow{H_2O}$ | $Ca^{2+}(aq)$ | + | $2OH^-(aq)$ |
| υδροξείδιο του βαρίου | $Ba(OH)_2(s)$ | $\xrightarrow{H_2O}$ | $Ba^{2+}(aq)$ | + | $2OH^-(aq)$ |
| *αμμωνία | $NH_3(aq) + H_2O(l)$ | $\rightarrow$ | $NH_4^+(aq)$ | + | $OH^-(aq)$ |

** Η χημική εξίσωση για την $NH_3$ αναφέρεται σε όσα μόρια παράγουν ιόντα.*

## 2.3 Η κλίμακα pH ως μέτρο της βασικότητας

Στην ενότητα των οξέων είδαμε ότι τόσο στο καθαρό νερό όσο και στα ουδέτερα διαλύματα ισχύουν οι σχέσεις:

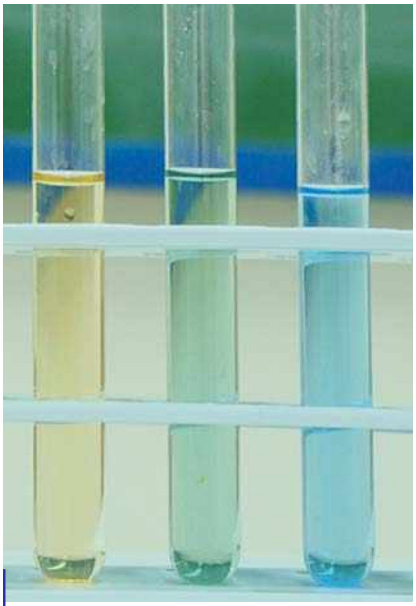
**πλήθος $H^+(aq)$ = πλήθος $OH^-(aq)$**
**pH = 7 (στους 25°C)**

Είδαμε επίσης ότι στα διαλύματα των οξέων ισχύουν οι σχέσεις:

**πλήθος $H^+$ > πλήθος $OH^-$**
**pH < 7 (στους 25°C)**

Όπως είπαμε, όταν μια βάση διαλύεται στο νερό, δίνει ανιόντα υδροξειδίου. Αυτά «προστίθενται» στα ανιόντα υδροξειδίου που προέρχονται από το ίδιο το νερό, οπότε είναι προφανές ότι:

**σε κάθε διάλυμα βάσης ισχύει:**
**πλήθος $OH^-(aq)$ > πλήθος $H^+(aq)$**

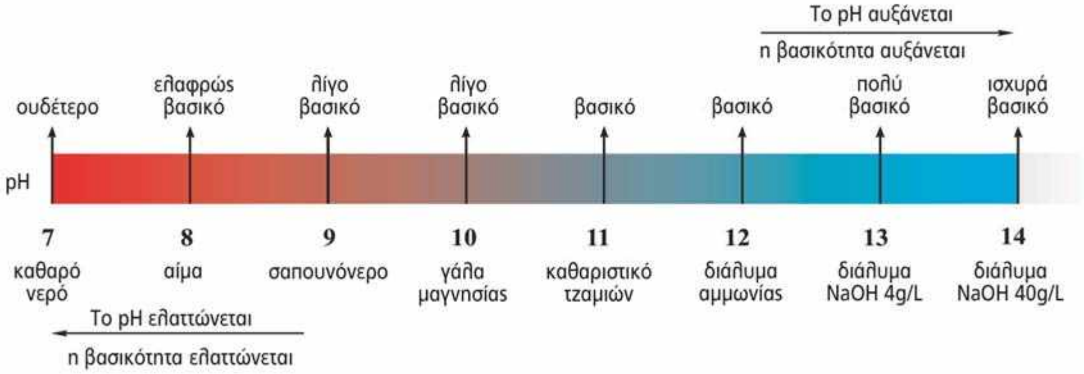


Το χρώμα του δείκτη μπλε της βρομοθυμόλης σε όξινο, ουδέτερο και αλκαλικό περιβάλλον αντίστοιχα

Η πρόταση αυτή είναι ισοδύναμη με την επόμενη:

**σε κάθε διάλυμα βάσης (στους 25°C) ισχύει: pH > 7**

Πρακτικά η τιμή του pH ενός βασικού διαλύματος είναι μεταξύ του 7 και του 14.



**ΠΕΙΡΑΜΑ** **Μετράμε το pH δύο βασικών διαλυμάτων.**

**Τι θα κάνουμε**

1. Σε ένα κομμάτι πεχαμετρικό χαρτί ρίχνουμε μερικές σταγόνες καθαριστικού τζαμιών.
2. Συγκρίνουμε το χρώμα που απόκτησε το πεχαμετρικό χαρτί με τα χρώματα της έγχρωμης ταινίας που υπάρχει στη συσκευασία του κουτιού. Πόσο είναι κατά προσέγγιση το pH του καθαριστικού τζαμιών;
3. Σε ένα κομμάτι πεχαμετρικό χαρτί ρίχνουμε μερικές σταγόνες διαλύματος αμμωνίας.
4. Συγκρίνουμε το χρώμα που απόκτησε το πεχαμετρικό χαρτί με τα χρώματα της έγχρωμης ταινίας που υπάρχει στη συσκευασία του κουτιού. Πόσο είναι κατά προσέγγιση το pH του διαλύματος της αμμωνίας;

Προσομοίωμα αμμωνίας

## *Είναι θέμα... Χημείας*

**pH και βιολογικά υγρά**

Το αίμα, ο ιδρώτας, τα δάκρυα, το σάλιο, τα ούρα και το γαστρικό υγρό χαρακτηρίζονται βιολογικά υγρά. Στους υγιείς ανθρώπους η τιμή pH των βιολογικών υγρών κυμαίνεται μεταξύ ορισμένων ορίων. Οι τιμές pH μέσα σε αυτά τα όρια χαρακτηρίζονται φυσιολογικές τιμές.

| βιολογικό υγρό | φυσιολογικές τιμές pH |
|---|---|
| αίμα | 7,3 - 7,5 |
| ιδρώτας | 7,2 - 7,5 |
| δάκρυα | 7,3 - 7,5 |
| σάλιο | 5,7 - 7,1 |
| ούρα | 4,5 - 9 |
| γαστρικό υγρό | 1 - 2 |

## ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ – ΑΣΚΗΣΕΙΣ

| | ΣΤΟΧΟΙ |
|---|---|
| **1.** Τι ονομάζεται βασικός χαρακτήρας; Να αναφέρετε τις κοινές ιδιότητες των διαλυμάτων των βάσεων. | 1 |
| **2.** Πού οφείλονται οι κοινές ιδιότητες των διαλυμάτων των βάσεων; | 2 |
| **3.** Ποιες χημικές ενώσεις ονομάζονται βάσεις κατά Arrhenius; | 2 |
| **4.** **α.** Τι τιμές μπορεί να πάρει το pH ενός διαλύματος βάσης στους 25°C; **β.** Πότε ένα διάλυμα είναι πιο βασικό: όταν έχει pH = 9 ή pH = 11; | 6 |
| **5.** Σε τρία ποτήρια Α, Β, Γ περιέχονται τα υγρά: απιονισμένο νερό στο Α, διάλυμα θειικού οξέος στο Β και διάλυμα υδροξειδίου του νατρίου στο Γ. Να διατάξετε τα υγρά των τριών ποτηριών κατά σειρά αυξανόμενου pH. | 1, 3, 6 |
| **6.** Να συμπληρώσετε τα κενά στις παρακάτω προτάσεις: **α.** Ένα διάλυμα που έχει pH ίσο με 7 είναι ...................... διάλυμα. **β.** Ένα διάλυμα που έχει pH μεγαλύτερο από 7 είναι .................. διάλυμα. **γ.** Ένα διάλυμα που έχει pH μικρότερο από 7 είναι .................. διάλυμα. **δ.** Μεταξύ δύο διαλυμάτων υδροξειδίου του νατρίου που έχουν τιμές pH 13 και 12, πιο βασικό είναι το διάλυμα που έχει pH ...... | 1, 2, 3, 6 |

## ΧΗΜΕΙΑ ΚΑΙ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΗ ΑΝΑΠΤΥΞΗ

Ο Haber, μετά τη βιομηχανική εφαρμογή της μεθόδου του, έγινε πάμπλουτος, του απονεμήθηκε τίτλος ευγενείας και το 1918 πήρε το βραβείο Nobel.

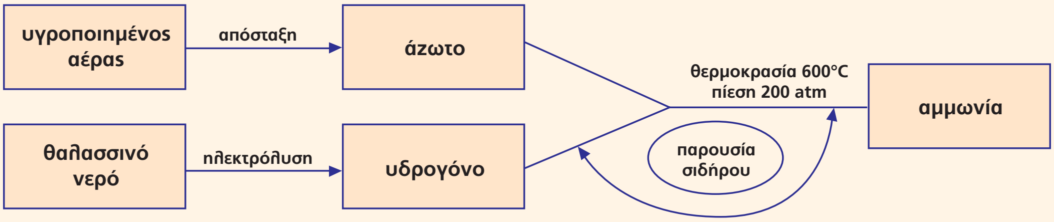
Η διατροφή του ανθρώπινου πληθυσμού εξασφαλίστηκε χάρη στην «πράσινη επανάσταση», δηλαδή χάρη στη μεγάλη αύξηση της φυτικής παραγωγής. Το δρόμο για την «πράσινη επανάσταση» άνοιξε η βιομηχανική σύνθεση της αμμωνίας, αφού αυτή είναι απαραίτητη για την παραγωγή των αζωτούχων λιπασμάτων.

Ο αγώνας για την άμεση σύνθεση της αμμωνίας από τα συστατικά της, δηλαδή από άζωτο (το οποίο μέχρι τότε το θεωρούσαν ως ένα εντελώς «άχρηστο» αέριο) και υδρογόνο, ξεκίνησε ήδη από τις αρχές του 19ου αιώνα. Όμως σχεδόν για μια ολόκληρη εκατονταετία δεν υπήρξαν θετικά αποτελέσματα, καθώς δεν είχε αναπτυχθεί η κατάλληλη τεχνική για τη δημιουργία των υψηλών πιέσεων που απαιτούσε η αντίδραση και δεν υπήρχαν αντιδραστήρες ικανοί να αντέξουν αυτές τις πιέσεις.

Το 1909 ο Γερμανός χημικός F. Haber, ο οποίος δίδασκε Οργανική Χημεία στο Πανεπιστήμιο της Καρλσρούης, κατάφερε να συνθέσει την αμμωνία σε πολύ χαμηλότερες θερμοκρασίες και πιέσεις από αυτές που απαιτούνταν μέχρι τότε. Οι εργασίες του ενισχύθηκαν οικονομικά από την χημική εταιρία BASF, η οποία το 1913 άρχισε τη βιομηχανική παραγωγή αμμωνίας με τη μέθοδο του Haber παράγοντας 30 τόνους την ημέρα.

Λίγα χρόνια αργότερα, το 1916, η παραγωγή της αμμωνίας έφτασε τους 550 τόνους την ημέρα!!!

Παραγωγή αμμωνίας με τη μέθοδο Haber




Η βιομηχανική σύνθεση της αμμωνίας:

- Αποτελεί χαρακτηριστικό παράδειγμα *αλληλεπίδρασης* βιομηχανιών – πανεπιστημίων.
- Έδειξε ότι η σύνθεση ενός προϊόντος έχει ορισμένες φορές αλυσιδωτές επιδράσεις στη βιομηχανική ανάπτυξη. Η «εύκολη» παραγωγή αμμωνίας οδήγησε σε ανάπτυξη βιομηχανιών παραγωγής καθαρού αζώτου και καθαρού υδρογόνου από τη μια μεριά και ανάπτυξη βιομηχανιών παραγωγής εκρηκτικών και λιπασμάτων (οι οποίες χρησιμοποιούν την αμμωνία ως βασική πρώτη ύλη) από την άλλη.
- Είχε σημαντικές επιπτώσεις στην οικονομική και στρατιωτική ισχύ της Γερμανίας, καθώς της παρείχε αυτονομία στην παραγωγή λιπασμάτων και εκρηκτικών.

Το 1890 ΗΠΑ και Μεγάλη Βρετανία κάλυπταν αντίστοιχα το 28% και 27% της παγκόσμιας βιομηχανικής παραγωγής. Το 1913 η Μεγάλη Βρετανία υποσκελίστηκε από τη Γερμανία, η οποία κατέκτησε το 14% της παγκόσμιας παραγωγής.

Οι επιπτώσεις στις σχέσεις των κρατών ήταν άμεσες. Η ανάγκη εξασφάλισης αφενός νέων αγορών για τη διάθεση των προϊόντων και αφετέρου ο ανταγωνισμός για τη διασφάλιση πρώτων υλών οδήγησαν σε διεθνείς κρίσεις και προσπάθεια για τον έλεγχο εδαφών. Η Ευρώπη προετοιμαζόταν από το 1907 πυρετωδώς για πόλεμο. Η επάρκεια σε τρόφιμα που διασφάλιζε η παραγωγή των λιπασμάτων και σε πυρομαχικά που διασφάλιζε η παραγωγή εκρηκτικών προσέδωσε στη Γερμανία μεγάλη αυτοπεποίθηση.

***Δραστηριότητα 1:*** Για τη βιομηχανική παραγωγή $NH_3$ κατά Haber συνεργάστηκαν επιστήμονες από διαφορετικούς κλάδους. Ο Haber ήταν χημικός, ο C. Borsch μεταλλουργός, ειδικός

στην ανεύρεση υλικών που να αντέχουν τις υψηλές πιέσεις, και ο A. Mittasch ειδικός στους καταλύτες. Η συνεργασία τους οδήγησε στη βιομηχανική παραγωγή $NH_3$.

Με βάση αυτό το παράδειγμα, να αναπτύξετε τα πλεονεκτήματα αλλά και τις δυσκολίες της διεπιστημονικής συνεργασίας, τόσο στην ανάπτυξη μεθόδων και τεχνολογίας παραγωγής προϊόντων, όσο και στην παραγωγή και μετάδοση της γνώσης.

http://nobelprize.org/chemistry/laureates/1918/haber-bio.html
www.woodrow.org/teachers/chemistry/
www.chemheritage.org/educationalServices/chemache/tpg/fh.html

***Δραστηριότητα 2:*** ΄Εχει διατυπωθεί η άποψη ότι: *«Λίγο πριν τον Α΄ Παγκόσμιο πόλεμο, η Γερμανία χάρη στη μέθοδο Haber έχει στα χέρια της ένα συγκριτικό πλεονέκτημα σε σχέση με τις υπόλοιπες ευρωπαϊκές χώρες»*. Με βάση τις πληροφορίες του κειμένου αλλά και άλλες πηγές, να προσπαθήσετε να αξιολογήσετε την πληροφορία με όρους οικονομικούς και γεωπολιτικούς.

Βιβλιογραφία


- Βλάχος Ν: «Τα αίτια του Παγκοσμίου πολέμου από γεωγραφικής, οικονομικής και εθνοφυλετικής απόψεως», Αρχείον των οικονομικών και κοινωνικών επιστημών, τόμος 18ος ,1938.
- Ferro M.: «Ο πρώτος Παγκόσμιος πόλεμος 1914-1918», Εκδ. Ελληνικά Γράμματα, 1997.
- «Ιστορικά», ΄Ενθετο εφημ. «Ελευθεροτυπίας», τεύχη 123 & 124: «Α΄ Παγκόσμιος πόλεμος», 2002.


## ΟΜΟΙΟΤΗΤΑ ΚΑΙ ΔΙΑΦΟΡΑ

Οι διατροφικές συνήθειες κατατάσσουν τα ζώα σε σαρκοφάγα, όπως η λεοπάρδαλη, και φυτοφάγα, όπως τα ελάφια. Ταυτόχρονα οι συνήθειες αυτές κάνουν τα σαρκοφάγα κυνηγούς και τα φυτοφάγα ζώα κυνηγημένους.

Στη ζωή, όπως και στην επιστήμη, η ταξινόμηση εννοιών, γεγονότων, φαινομένων γίνεται στη βάση *ομοιοτήτων*. Στα μαθηματικά τα τρίγωνα που έχουν ίσες πλευρές ταξινομούνται στη γενική κατηγορία «ισόπλευρα», στη βιολογία τα ζώα που θηλάζουν τα παιδιά τους προσδιορίζονται με το γενικό όρο «θηλαστικά», στην οικονομία τα μεγέθη που προσδιορίζουν τη γενική οικονομική κατάσταση μιας επιχείρησης ή μιας χώρας ονομάζονται «μακροοικονομικά», στην καθημερινή μας ζωή οι άνθρωποι που πιστεύουν στο Χριστό και τη διδασκαλία του χαρακτηρίζονται «χριστιανοί» και αυτοί που έχουν ως κοινό χαρακτηριστικό τα ανοιχτόχρωμα μαλλιά χαρακτηρίζονται «ξανθοί». Η δυνατότητα να προσδιορίζονται ομάδες ουσιών, φαινομένων, ζώων, συμπεριφορών με ένα κοινό χαρακτηρισμό, ο οποίος έχει το ίδιο νόημα για όλους τους ανθρώπους, διευκολύνει τόσο την *επικοινωνία*, όσο και την ομαδική τους μελέτη (όλοι αντιλαμβανόμαστε το ίδιο πράγμα, όταν αναφερόμαστε σε κάποιον που είναι ξανθός).

Η διάκριση όμως έχει νόημα και μπορεί να προσδιοριστεί μόνο στη βάση των *διαφορών* αυτών των ομάδων από άλλες. Τι νόημα θα είχε ο προσδιορισμός «θηλαστικό», αν όχι να διαφοροποιήσει τα ζώα αυτά από κάποια άλλα που δε θηλάζουν τα μωρά τους; Τι νόημα θα είχε ο χαρακτηρισμός «ξανθός», αν δεν μπορούσε να χρησιμοποιηθεί για να διακρίνει αυτό τον άνθρωπο από κάποιον άλλο με κόκκινα, καστανά ή μαύρα μαλλιά; Τι νόημα θα είχε ο χαρακτηρισμός μιας ουσίας ως βάσης, αν όχι για να δηλώσει τις διαφορές των ιδιοτήτων της από άλλες ουσίες, όπως τα οξέα; Πώς θα ήταν δυνατόν να νιώσουμε ευχαριστημένοι από μια κατάσταση, αν δεν τη συγκρίναμε με μια άλλη που μας δημιούργησε δυσάρεστα συναισθήματα;

Στη ζωή οι έννοιες *«ομοιότητα-διαφορά»* αποτελούν ένα άρρηκτο δίπολο, βρίσκονται σε άμεση *αλληλεξάρτηση* και συγκροτούν το ίδιο εννοιολογικό *σύστημα*. Η παρατήρηση των ομοιοτήτων και των διαφορών αποτελεί σημαντική δεξιότητα για τους ανθρώπους, διότι τους παρέχει τη δυνατότητα *ταξινόμησης* και διευκολύνει την *επικοινωνία* τους.

# 3. Εξουδετέρωση

Στο παρακάτω σκίτσο η μαμά αναρωτιέται αν την κόρη της την τσίμπησε σφήκα ή μέλισσα, για να διαλέξει αν θα φέρει ξίδι ή αμμωνία. Το δηλητήριο της σφήκας περιέχει βάση, ενώ αυτό της μέλισσας περιέχει οξύ. Γιατί το ξίδι και η αμμωνία μας βοηθούν να αντιμετωπίζουμε τα τσιμπήματα;

**Έννοιες κλειδιά:** εξουδετέρωση • μπλε της βρομοθυμόλης

**Όταν θα έχετε μελετήσει την ενότητα αυτή, θα μπορείτε:**

1. Να διαπιστώνετε πειραματικά το φαινόμενο της εξουδετέρωσης.
2. Να ερμηνεύετε την εξουδετέρωση αναγράφοντας τη σχετική χημική εξίσωση.
3. Να διαπιστώνετε πειραματικά τον όξινο ή το βασικό χαρακτήρα ενός διαλύματος με τη χρήση του δείκτη μπλε της βρομοθυμόλης.

## 3.1 Εξουδετέρωση

**ΠΕΙΡΑΜΑ** **Μία τρίχρωμη σημαία**

**Τι θα κάνουμε**

1. Παίρνουμε τρεις δοκιμαστικούς σωλήνες.
2. Στον πρώτο σωλήνα βάζουμε μικρή ποσότητα από ένα διάλυμα οξέος, στο δεύτερο μικρή ποσότητα από ένα διάλυμα βάσης και στον τρίτο λίγο απιονισμένο νερό.
3. Ρίχνουμε σε κάθε δοκιμαστικό σωλήνα δυο σταγόνες από το δείκτη μπλε της βρομοθυμόλης. Ποιο υγρό απόκτησε κίτρινο χρώμα, ποιο πράσινο και ποιο μπλε;

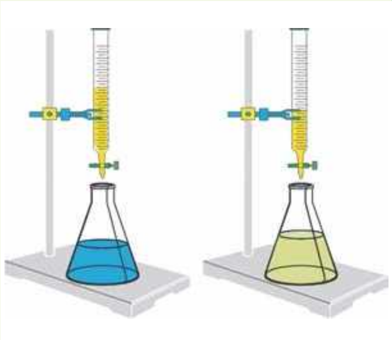
Το **μπλε της βρομοθυμόλης** είναι ένας δείκτης ο οποίος, αν προστεθεί:

- σε **όξινο** διάλυμα, αυτό αποκτά **κίτρινο** χρώμα,
- σε **ουδέτερο** διάλυμα, αυτό αποκτά **πράσινο** χρώμα και
- σε **βασικό** διάλυμα, αυτό αποκτά **μπλε** χρώμα.

**ΠΕΙΡΑΜΑ** **Παρασκευή ουδέτερου διαλύματος**

**Τι θα κάνουμε**

1. Σε κωνική φιάλη ρίχνουμε 50 mL αραιού διαλύματος υδροξειδίου του νατρίου και μερικές σταγόνες από το δείκτη μπλε της βρομοθυμόλης, οπότε το διάλυμα αποκτά μπλε χρώμα.
2. Στη συνέχεια προσθέτουμε στη φιάλη σταγόνα-σταγόνα αραιό διάλυμα υδροχλωρίου, ενώ συγχρόνως ανακινούμε τη φιάλη. Παρατηρούμε ότι μετά την προσθήκη ορισμένου όγκου διαλύματος υδροχλωρίου, το τελικό διάλυμα χρωματίζεται πράσινο, δηλαδή γίνεται ουδέτερο.

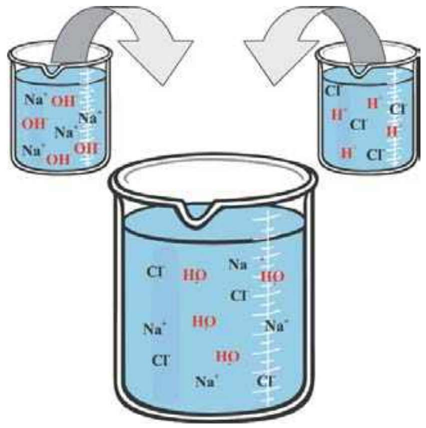


Τι συνέβη; Πού πήγαν τα ιόντα που έδιναν τις βασικές ιδιότητες στο πρώτο διάλυμα και τις όξινες ιδιότητες στο δεύτερο;

**Όταν αναμειγνύουμε ένα διάλυμα οξέος με ένα διάλυμα βάσης, τα ιόντα $H^+$ και τα ιόντα $OH^-$ συνδέονται μεταξύ τους σχηματίζοντας μόρια νερού:**

$$H^+(aq) + OH^-(aq) \rightarrow H_2O(l)$$

Η αντίδραση αυτή ονομάζεται εξουδετέρωση, ακριβώς διότι «εξουδετερώνονται», «εξαφανίζονται», τόσο οι ιδιότητες του οξέος όσο και αυτές της βάσης.



Κατά την ανάμειξη διαλύματος NaOH με διάλυμα HCl τα $H^+$ και τα $OH^-$ εξουδετερώνονται.

## Εξουδετέρωση

Στο σημείο αυτό προκύπτει το ερώτημα: Όταν αναμειγνύουμε ένα διάλυμα οξέος με ένα διάλυμα βάσης προκύπτει πάντοτε ουδέτερο διάλυμα;

Αν αναμείξουμε τυχαίες ποσότητες των δύο διαλυμάτων, το τελικό διάλυμα μπορεί να είναι όξινο ή βασικό ή ουδέτερο.

Πότε θα είναι όξινο και πότε βασικό;

- Θα είναι όξινο, αν μετά την αντίδραση της εξουδετέρωσης περισσέψουν κατιόντα υδρογόνου από το οξύ.
- Θα είναι βασικό, αν μετά την αντίδραση της εξουδετέρωσης περισσέψουν ανιόντα υδροξειδίου από τη βάση.

Οι ιδιότητες των οξέων και των βάσεων βρίσκονται σε στενή σχέση με τη δομή τους, ακριβώς όπως οι συμπεριφορές των φίλων σας σχετίζονται με τη δομή της προσωπικότητάς τους.

Στις παρέες, η επικοινωνία μεταξύ ανθρώπων με διαφορές στους χαρακτήρες και η αλληλεπίδρασή τους μπορεί να οδηγήσει σε μεταβολές στη συμπεριφορά όλων.

Στην περίπτωση που ένα οξύ και μια βάση θα βρεθούν στο ίδιο υδατικό διάλυμα, η αλληλεπίδραση είναι πιθανόν να οδηγήσει σε μια μεγάλη μεταβολή: στο να «εξουδετερωθεί» τόσο ο όξινος όσο και ο βασικός χαρακτήρας.

### *Είναι θέμα... Χημείας*

**Αντιόξινα**

Στο γαστρικό υγρό περιέχεται υδροχλώριο, HCl, το οποίο εκκρίνεται με σκοπό τη διευκόλυνση της πέψης. Σε ορισμένες περιπτώσεις υπάρχει μεγάλη έκκριση γαστρικού υγρού, με αποτέλεσμα να αισθανόμαστε «καούρες». Για να αντιμετωπίσουμε αυτό το δυσάρεστο αίσθημα, πρέπει να εξουδετερώσουμε ένα μέρος του υδροχλωρίου. Για το σκοπό αυτό χρησιμοποιούμε ειδικά φαρμακευτικά δισκία, τα οποία περιέχουν ως δραστικές ουσίες βάσεις, όπως το υδροξείδιο του αργιλίου, $Al(OH)_3$, και το υδροξείδιο του μαγνησίου, $Mg(OH)_2$.

**Τσιμπήματα εντόμων**

Οι μέλισσες και οι σφήκες, για να προστατευτούν από τους εχθρούς τους, φέρουν στο κάτω μέρος της κοιλιάς τους το κεντρί, ένα σωλήνα που επικοινωνεί με ειδικούς αδένες. Το δηλητήριο που εκκρίνουν οι αδένες της μέλισσας περιέχει οξύ, ενώ της σφήκας περιέχει βάση. Τα τσιμπήματά τους μας προκαλούν πόνο. Για να τον «εξουδετερώσουμε», στην περίπτωση που μας τσιμπήσει μέλισσα χρησιμοποιούμε αμμωνία, δηλαδή ένα διάλυμα βάσης, ενώ στην περίπτωση που μας τσιμπήσει σφήκα χρησιμοποιούμε ξίδι, δηλαδή ένα διάλυμα οξέος.

**Το pH του εδάφους**

Το pH είναι μια πολύ σημαντική ιδιότητα του εδάφους, διότι επηρεάζει τη γονιμότητά του και καθορίζει το είδος των φυτών που μπορούμε να καλλιεργήσουμε. Τα εδάφη που περιέχουν ορυκτά του αργιλίου ή του πυριτίου είναι όξινα, ενώ τα εδάφη που περιέχουν ορυκτά του ασβεστίου είναι βασικά. Σε εδάφη με pH μεταξύ του 5 και του 6,5 μπορούμε να καλλιεργήσουμε σιτάρι, αμπέλια και φράουλες. Σε βασικά εδάφη μπορούμε να καλλιεργήσουμε τεύτλα.

## ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ – ΑΣΚΗΣΕΙΣ

| | ΣΤΟΧΟΙ |
|---|---|
| **1.** Να γράψετε τη χημική εξίσωση της εξουδετέρωσης. | 2 |
| **2.** Αν σας τσιμπήσει μια μέλισσα, ποιο από τα επόμενα διαλύματα θα χρησιμοποιήσετε για να αντιμετωπίσετε το τσίμπημα; **α.** διάλυμα αμμωνίας **β.** χυμό λεμονιού **γ.** ξίδι. Να δικαιολογήσετε την απάντησή σας. | 1, 2 |
| **3.** Συχνά η υπερβολική έκκριση γαστρικού υγρού στο στομάχι προκαλεί πόνους. Το γαστρικό υγρό περιέχει υδροχλώριο (HCl). Με ποιο από τα παρακάτω φαρμακευτικά σκευάσματα θα μπορούσαν να αντιμετωπιστούν οι πόνοι; **α.** Με ασπιρίνη, στην οποία η δραστική ουσία είναι κάποιο οξύ (ακετυλοσαλικυλικό οξύ). **β.** Με δισκία αντιόξινου φαρμάκου, στα οποία οι δραστικές ουσίες είναι κυρίως το υδροξείδιο του αργιλίου, $Al(OH)_3$, και το υδροξείδιο του μαγνησίου, $Mg(OH)_2$. | 2 |
| **4.** Αναμειγνύουμε ένα διάλυμα υδροχλωρίου (HCl) που έχει pH = 2 με ένα διάλυμα αμμωνίας ($NH_3$) που έχει pH = 11. Το pH του διαλύματος που θα προκύψει δεν μπορεί να είναι: **α.** 8 **β.** 7 **γ.** 1,5 **δ.** 4 | 1 |

## ΡΥΘΜΙΣΗ ΤΟΥ pH ΤΟΥ ΕΔΑΦΟΥΣ

*«...και οι ορτανσίες που φύτεψες με τα ίδια σου τα χέρια στις Τρεις Μαρίες έχουν γίνει θαύμα, βγήκαν μερικές γαλάζιες, γιατί έβαλα χάλκινα νομίσματα στην κοπριά, για να πετάξουν λουλούδια με αυτό το χρώμα, είναι ένα μυστικό της φύσης...»*

Ιζαμπέλ Αλιέντε, «Το σπίτι των πνευμάτων», Εκδόσεις Ωκεανίδα, σελ. 154

Για να μετρήσουμε το pH ενός εδάφους, παίρνουμε δείγμα από το έδαφος, το αναμειγνύουμε με ίσο όγκο νερού και το αναδεύουμε καλά. Στη συνέχεια διηθούμε το μείγμα και μετράμε το pH του διηθήματος με πεχαμετρικό χαρτί ή πεχάμετρο.

Στην περίπτωση που το έδαφος είναι πολύ όξινο και θέλουμε να ελαττώσουμε την οξύτητά του, το ανακατεύουμε με ασβέστη. Σπάνια χρειάζεται να μειώσουμε τη βασικότητα εδαφών, διότι αυτό το κάνει το νερό της βροχής, το οποίο κατά κανόνα είναι όξινο. Τα άνθη ορισμένων φυτών, όπως της ορτανσίας, αλλάζουν χρώμα ανάλογα με το pH του εδάφους. Σε όξινα εδάφη τα άνθη της ορτανσίας είναι κόκκινα, ενώ σε βασικά εδάφη είναι μπλε.

***Δραστηριότητα 1:*** Να πάρετε χώμα από την αυλή του σπιτιού σας ή του σχολείου σας και με τη μέθοδο που περιγράφεται παραπάνω να προσδιορίσετε το pH του.

***Δραστηριότητα 2:*** Να ερευνήσετε αν υπάρχουν και άλλα φυτά, εκτός από την ορτανσία, που τα άνθη τους αλλάζουν χρώμα ανάλογα με το pH του εδάφους.

# 4. Τα άλατα

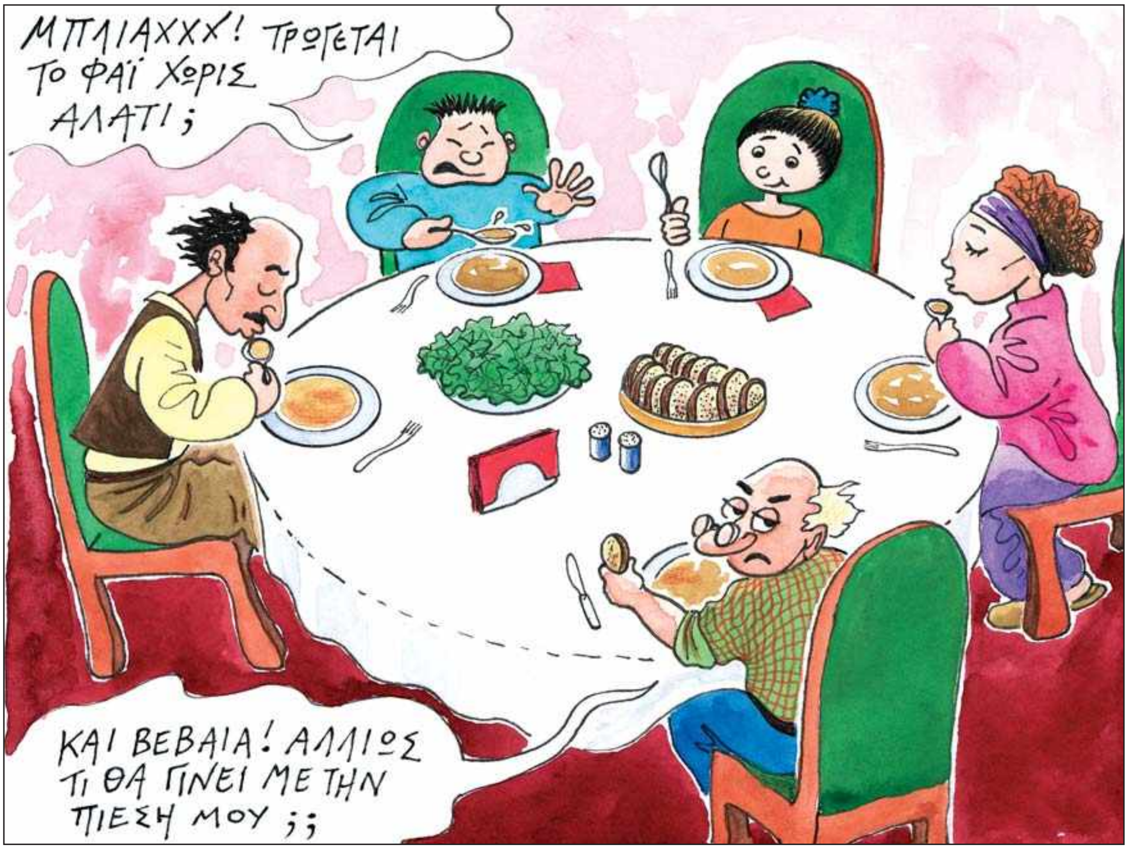
Μάθαμε ότι σε ένα διάλυμα υδροχλωρίου περιέχονται κατιόντα $H^+$ και ανιόντα $Cl^-$ και ότι σε ένα διάλυμα υδροξειδίου του νατρίου περιέχονται κατιόντα $Na^+$ και ανιόντα $OH^-$.

Αλυκές

Είδαμε ακόμη ότι, αν αναμειχθεί ένα διάλυμα υδροχλωρίου με την κατάλληλη ποσότητα ενός διαλύματος υδροξειδίου του νατρίου, θα πραγματοποιηθεί η αντίδραση της εξουδετέρωσης και θα προκύψει ένα ουδέτερο διάλυμα:

$$H^+(aq) + OH^-(aq) \rightarrow H_2O(l)$$

Είναι φανερό ότι αυτό το ουδέτερο διάλυμα θα περιέχει τα ιόντα $Cl^-$ που περιέχονταν στο πρώτο διάλυμα και τα ιόντα $Na^+$ που περιέχονταν στο δεύτερο. Τι θα συμβεί, άραγε, με τα ιόντα αυτά, αν εξαερωθεί το νερό του διαλύματος;




**Έννοιες κλειδιά:** άλατα • ανιόντα • κατιόντα • κρύσταλλοι • ευδιάλυτα άλατα • δυσδιάλυτα άλατα

**Όταν θα έχετε μελετήσει την ενότητα αυτή, θα μπορείτε:**

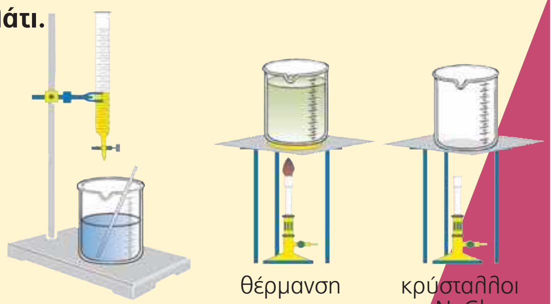
1. Να παρασκευάζετε κρυστάλλους χλωριούχου νατρίου και θειικού βαρίου.
2. Να γράφετε ιοντικές εξισώσεις για το σχηματισμό των αλάτων.
3. Να ορίζετε τα άλατα.

## 4.1 Σχηματισμός κρυστάλλων χλωριούχου νατρίου

Τι θα γίνουν, λοιπόν, τα ιόντα $Na^+$ και τα ιόντα $Cl^-$ τα οποία περιέχονται στο διάλυμα που προκύπτει από την εξουδετέρωση ενός διαλύματος HCl με ένα διάλυμα NaOH, αν εξαερωθεί το νερό;

**ΠΕΙΡΑΜΑ Με εξαέρωση παίρνουμε αλάτι.**

Τι θα κάνουμε




1. Σε ένα ποτήρι ζέσης των 250 mL βάζουμε περίπου 50 mL αραιού διαλύματος υδροξειδίου του νατρίου.
2. Προσθέτουμε στο διάλυμα 2-3 σταγόνες από το δείκτη μπλε της βρομοθυμόλης, οπότε το διάλυμα αποκτά μπλε χρώμα.
3. Στο διάλυμα του υδροξειδίου του νατρίου προσθέτουμε αργά-αργά με μια προχοΐδα αραιό διάλυμα υδροχλωρίου αναδεύοντας ταυτόχρονα. Σταματάμε την προσθήκη του οξέος, μόλις το διάλυμα στο ποτήρι αποκτήσει πράσινη απόχρωση.
4. Θερμαίνουμε το τελικό διάλυμα, ώσπου να εξαερωθεί όλο το νερό.

**Παρατηρούμε:**

Αν θερμάνουμε το διάλυμα που προκύπτει από την εξουδετέρωση διαλύματος NaOH από διάλυμα HCl, έτσι ώστε να εξαερωθεί όλο τό $H_2O$, στον πυθμένα του ποτηριού σχηματίζονται κρύσταλλοι ενός λευκού στερεού. Πρόκειται για κρυστάλλους χλωριούχου νατρίου, δηλαδή κρυστάλλους του αλατιού που τρώμε.

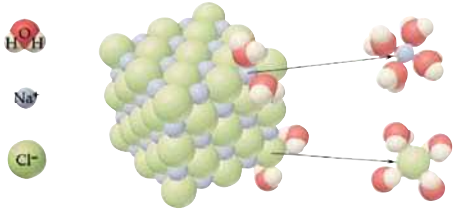
Ο σχηματισμός του αλατιού κατά την εξαέρωση του νερού του διαλύματος μπορεί να περιγραφεί με την επόμενη χημική εξίσωση:

$$Na^+(aq) + Cl^-(aq) \xrightarrow[\text{απομάκρυνση νερού}]{\text{θέρμανση}} NaCl(s)$$

Όταν αναμειγνύονται ένα διάλυμα υδροχλωρίου με ένα διάλυμα υδροξειδίου του νατρίου, η χημική εξίσωση που περιγράφει το φαινόμενο είναι η εξής:

$$H^+(aq) + Cl^-(aq) + Na^+(aq) + OH^-(aq) \rightarrow H_2O(l) + Cl^-(aq) + Na^+(aq)$$

Τα ιόντα $Na^+$ και $Cl^-$ που μετέχουν και στα δύο μέλη της χημικής εξίσωσης μπορούν να χαρακτηριστούν, «ιόντα-παρατηρητές». Όπως είδαμε όμως στο παραπάνω πείραμα, μπορούμε να παραλάβουμε το χλωριούχο νάτριο, αν θερμάνουμε το διάλυμα και εξαερώσουμε το νερό.




Σχηματική αναπαράσταση της διάλυσης του παραγόμενου χλωριούχου νατρίου στο νερό με τη βοήθεια προσομοιωμάτων

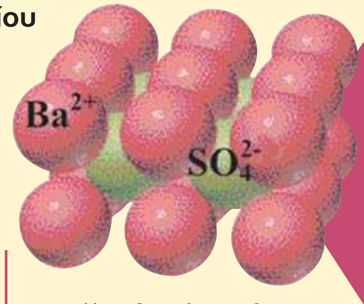
## 4.2 Σχηματισμός κρυστάλλων θειικού βαρίου

Ας δούμε τώρα ακόμη ένα πείραμα εξουδετέρωσης.

**ΠΕΙΡΑΜΑ** **Καταβύθιση και παραλαβή θειικού βαρίου**

**Τι θα κάνουμε**

1. Σε ένα ποτήρι ζέσης των 250 mL βάζουμε περίπου 50 mL αραιού διαλύματος υδροξειδίου του βαρίου.
2. Προσθέτουμε στο ποτήρι περίπου 50 mL αραιού διαλύματος θειικού οξέος.



Κρυσταλλική δομή θειικού βαρίου

**Παρατηρούμε:**

Το διάλυμα που προκύπτει από την ανάμειξη των διαλυμάτων θειικού οξέος και υδροξειδίου του βαρίου θολώνει, διότι σχηματίζονται κόκκοι ενός λευκού στερεού, οι οποίοι σιγά-σιγά καταβυθίζονται στον πυθμένα του ποτηριού. Το στερεό αυτό ονομάζεται θειικό βάριο και σχηματίζεται με τον τρόπο που περιγράφεται παρακάτω. Μπορούμε να παραλάβουμε τους κρυστάλλους του θειικού βαρίου, αν διηθήσουμε το περιεχόμενο του ποτηριού.

Το πρώτο από τα δύο διαλύματα που αναμείχθηκαν στο προηγούμενο πείραμα ήταν διάλυμα υδροξειδίου του βαρίου, επομένως περιείχε κατιόντα $Ba^{2+}$ και ανιόντα $OH^-$. Το δεύτερο ήταν διάλυμα θειικού οξέος, επομένως περιείχε κατιόντα $H^+$ και ανιόντα $SO_4^{2-}$.

Μόλις αναμείχθηκαν τα δύο διαλύματα, συνέβησαν τα εξής:

1. Από τα ιόντα $H^+$ και $OH^-$ σχηματίστηκαν μόρια νερού (εξουδετέρωση).

$$H^+(aq) + OH^-(aq) \longrightarrow H_2O(l)$$

2. Τα ιόντα βαρίου με τα θειικά ιόντα σχημάτισαν κρυστάλλους μιας νέας χημικής ένωσης, του θειικού βαρίου.

Το θειικό βάριο πρακτικά δε διαλύεται στο νερό, οπότε οι κρύσταλλοι καταβυθίζονται στον πυθμένα του δοχείου και μπορούμε να τους παραλάβουμε με διήθηση.

Ο σχηματισμός του θειικού βαρίου μπορεί να περιγραφεί με τη χημική εξίσωση:

$$Ba^{2+}(aq) + SO_4^{2-}(aq) \longrightarrow BaSO_4(s) \downarrow$$

## 4.3 Τα άλατα

Όπως είδαμε, το μαγειρικό αλάτι μπορεί να παραχθεί από την αντίδραση ενός διαλύματος οξέος με ένα διάλυμα βάσης. Όλες οι ουσίες που μπορούν να παραχθούν από μια τέτοια αντίδραση και αποτελούνται από ιόντα ονομάζονται άλατα. Έτσι:

**Άλας ονομάζεται κάθε χημική ένωση η οποία αποτελείται από ιόντα και μπορεί να προκύψει από την αντίδραση ενός οξέος με μία βάση.**

Από την αντίδραση λοιπόν ανάμεσα σε ένα οξύ και μια βάση παράγονται ένα άλας και νερό, όπως περιγράφεται στην εξίσωση:

**οξύ + βάση → άλας + νερό**

| Πίνακας 3: Ορισμένα άλατα | |
|---|---|
| **όνομα άλατος** | **χημικός τύπος**[1] |
| θειικό ασβέστιο | $CaSO_4$ |
| θειικό κάλιο | $K_2SO_4$ |
| χλωριούχο κάλιο | $KCl$ |
| χλωριούχο βάριο | $BaCl_2$ |
| χλωριούχος άργυρος | $AgCl$ |
| νιτρικό νάτριο | $NaNO_3$ |
| νιτρικό ασβέστιο | $Ca(NO_3)_2$ |

Τα άλατα που προκύπτουν από την αντίδραση του θειικού οξέος με μια βάση ονομάζονται θειικά άλατα, αυτά που προκύπτουν από την αντίδραση του υδροχλωρίου με μια βάση ονομάζονται χλωριούχα άλατα και τέλος αυτά που προκύπτουν από την αντίδραση του νιτρικού οξέος με μια βάση ονομάζονται νιτρικά άλατα.

Τα άλατα είναι χημικές ουσίες ιδιαίτερα διαδεδομένες στη φύση. Τα περισσότερα συστατικά του στερεού φλοιού της Γης είναι άλατα. Από άλατα είναι φτιαγμένα τα κελύφη των αυγών και των σαλιγκαριών, τα κοράλλια, οι σταλακτίτες και οι σταλαγμίτες.

Σταλακτίτες, σταλαγμίτες

Κοράλλια

Όστρακα

Ο πήλινος στρατός (Κίνα). Πυριτικά άλατα

Τα άλατα, τα οποία είναι προϊόντα της ***αλληλεπίδρασης*** οξέων και βάσεων, έχουν το δικό τους ***χαρακτήρα-σύνολο*** ιδιοτήτων. Ο τρόπος γραφής και ονοματολογίας τους είναι ίδιος σε παγκόσμια κλίμακα. Η γλώσσα της Χημείας, η ευρύτερα διαδεδομένη γλώσσα στον κόσμο, διευκολύνει την ***επικοινωνία*** και την ***αλληλεπίδραση*** μεταξύ λαών με διαφορετική γλώσσα, ήθη, έθιμα και πολιτισμό σε θέματα που αφορούν την καθημερινή ζωή, όπως η ασφάλεια των τροφίμων, των φαρμάκων κ.ά. Τα άλατα έχουν διαδραματίσει το δικό τους ρόλο στην τέχνη και τον ***πολιτισμό***. Πολλά έργα, χαρακτηριστικά της ***πολιτισμικής παράδοσης*** διαφορετικών λαών, είναι κατασκευασμένα από υλικά τα οποία είναι άλατα.

1. Δε χρειάζεται οι μαθητές να αποστηθίσουν τον πίνακα.

## 4.4 Ευδιάλυτα και δυσδιάλυτα άλατα

Υπάρχουν άλατα τα οποία διαλύονται πολύ στο νερό και τα ονομάζουμε **ευδιάλυτα**. Για παράδειγμα, το αλάτι (NaCl) είναι ευδιάλυτο, γιατί σε 100 g νερού θερμοκρασίας 25°C μπορούν να διαλυθούν έως 36 g αλατιού.

Υπάρχουν όμως και άλατα τα οποία διαλύονται ελάχιστα στο νερό και τα ονομάζουμε **δυσδιάλυτα**. Για παράδειγμα, το θειικό ασβέστιο ($CaSO_4$) είναι δυσδιάλυτο, γιατί σε 100 g νερού θερμοκρασίας 25°C μπορούν να διαλυθούν το πολύ 0,21 g θειικού ασβεστίου.

**Πίνακας 4: Ευδιάλυτα και δυσδιάλυτα άλατα**

| όνομα άλατος | χημικός τύπος[2] | g άλατος που μπορούν να διαλυθούν σε 100 g νερού στους 25°C |
|---|---|---|
| νιτρικός άργυρος | $AgNO_3$ | 217 |
| νιτρικό νάτριο | $NaNO_3$ | 87 |
| χλωριούχο ασβέστιο | $CaCl_2$ | 74 |
| χλωριούχο νάτριο | NaCl | 36 |
| θειικός χαλκός | $CuSO_4$ | 20,5 |
| θειικό ασβέστιο | $CaSO_4$ | 0,21 |
| ανθρακικό ασβέστιο | $CaCO_3$ | 0,0013 |
| χλωριούχος άργυρος | AgCl | 0,0002 |

### *Είναι θέμα... Χημείας*

**Ένυδρα άλατα**

Συνήθως τα άλατα τα παραλαμβάνουμε από τα υδατικά τους διαλύματα. Αυτό συχνά έχει ως αποτέλεσμα να «εγκλωβίζονται» στους κρυστάλλους τους μόρια νερού σε ορισμένη αναλογία. Στις περιπτώσεις αυτές τα άλατα ονομάζονται ***ένυδρα*** και το νερό που περιέχεται στους κρυστάλλους τους ονομάζεται ***κρυσταλλικό νερό***.

Χαρακτηριστικά παραδείγματα ένυδρων αλάτων αποτελούν:

- η **γαλαζόπετρα**, $CuSO_4 \cdot 5H_2O$ (ένυδρος θειικός χαλκός),
- η **γύψος**, $CaSO_4 \cdot 2H_2O$ (ένυδρο θειικό ασβέστιο) και
- η **σόδα**, $Na_2CO_3 \cdot 10H_2O$ (ένυδρο ανθρακικό νάτριο).

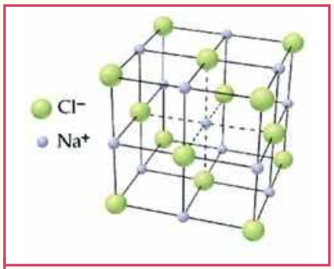
Ο συμβολισμός $Na_2CO_3 \cdot 10H_2O$, για παράδειγμα, δηλώνει ότι στους κρυστάλλους της σόδας σε κάθε 2 κατιόντα νατρίου αναλογούν 1 ανθρακικό ανιόν και 10 μόρια νερού.

### ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ – ΑΣΚΗΣΕΙΣ

| | ΣΤΟΧΟΙ |
|---|---|
| **1.** Ποιες χημικές ενώσεις ονομάζονται άλατα; | 3 |
| **2.** Ποιος είναι ο χημικός τύπος του μαγειρικού άλατος (αλάτι); Τίνος οξέος το διάλυμα πρέπει να αναμείξετε με διάλυμα υδροξειδίου του νατρίου ώστε να παραλάβετε το χλωριούχο νάτριο; | 1 |
| **3.** Να γράψετε τις χημικές εξισώσεις που δείχνουν το σχηματισμό των επόμενων αλάτων από τα ιόντα τους: χλωριούχο κάλιο (KCl), χλωριούχο βάριο ($BaCl_2$) και θειικό ασβέστιο ($CaSO_4$). | 2 |
| **4.** Αν αναμείξετε ένα διάλυμα θειικού οξέος με ένα διάλυμα υδροξειδίου του νατρίου, ποιο άλας μπορείτε να παραλάβετε; | 2 |

2. Δε χρειάζεται οι μαθητές να αποστηθίσουν τον πίνακα.

## ΑΛΥΚΕΣ – ΜΑΓΕΙΡΙΚΟ ΑΛΑΤΙ



Η κρυσταλλική δομή του χλωριούχου νατρίου

Το μαγειρικό αλάτι (χλωριούχο νάτριο) είναι μια χημική ένωση με χαρακτηριστική αλμυρή γεύση. Το αλάτι παραλαμβάνεται από το θαλασσινό νερό με εξάτμιση στις αλυκές και ως ορυκτό, από τα αλατωρυχεία. Υπολογίζεται ότι οι θάλασσες και οι ωκεανοί περιέχουν διαλυμένους $4.10^{16}$ τόνους χλωριούχου νατρίου.

Η μεγάλη αξία του αλατιού αναγνωρίστηκε από τότε που ο άνθρωπος εγκατέλειψε τη νομαδική ζωή και η διατροφή του έπαψε να περιλαμβάνει ωμό κρέας, από το οποίο ο οργανισμός του εξασφάλιζε το αναγκαίο αλάτι (με το μαγείρεμα χάνεται ένα μεγάλο μέρος του αλατιού που περιέχει το κρέας).

Στους Ρωμαίους στρατιώτες, όταν βρίσκονταν σε εκστρατεία, μοιραζόταν τακτικά αλάτι (sal) και οι μερίδες τους ονομάζονταν salarius. Η αγγλική λέξη salary για την αμοιβή από μισθοδοσία έλκει την καταγωγή της από αυτή την παράδοση.

Αλυκές στην Ελλάδα

### Οι αλυκές στην Ελλάδα

Στην Ελλάδα συναντάμε αλυκές πλήρως μηχανοποιημένες (Αλυκή Μεσολογγίου), αλλά και πρωτόγονες (Αλυκή Κυθήρων).

Η δημιουργία μιας αλυκής σε έναν τόπο προϋποθέτει:

α. την ύπαρξη μεγάλης παράκτιας και σχετικά επίπεδης έκτασης με κατάλληλο έδαφος και

β. κατάλληλες μετεωρολογικές συνθήκες, που να ευνοούν την έντονη εξάτμιση και να εξασφαλίζουν χαμηλή βροχόπτωση από το Μάρτιο ως τον Οκτώβριο, που είναι η περίοδος συγκομιδής του αλατιού.

Η παραγωγή μαγειρικού αλατιού από τις ελληνικές αλυκές καλύπτει το 66% περίπου των συνολικών αναγκών της χώρας μας. Το υπόλοιπο εισάγεται κυρίως από την Αίγυπτο και τη Γαλλία.

### Η σημασία των αλυκών ως υγροβιότοπων

Οι αλυκές δεν αποτελούν απλούς υγρότοπους. Μερικές από αυτές, όπως οι Αλυκές Μεσολογγίου, Κίτρους και Μέσης, αποτελούν υγροβιότοπους που προστατεύονται από τη διεθνή συνθήκη Ramsar. Στο σκληρό και αφιλόξενο περιβάλλον των αλυκών, οι οποίες συμπεριφέρονται σαν αλμυρές έρημοι, αντέχουν ορισμένα μόνο είδη οργανισμών.

Αλτόγουρνα Κυθήρων: μια πρωτόγονη αλυκή

Οι χερσαίοι φυτικοί οργανισμοί που συναντώνται στις αλυκές ανήκουν στο γένος *αλόφυτα*.

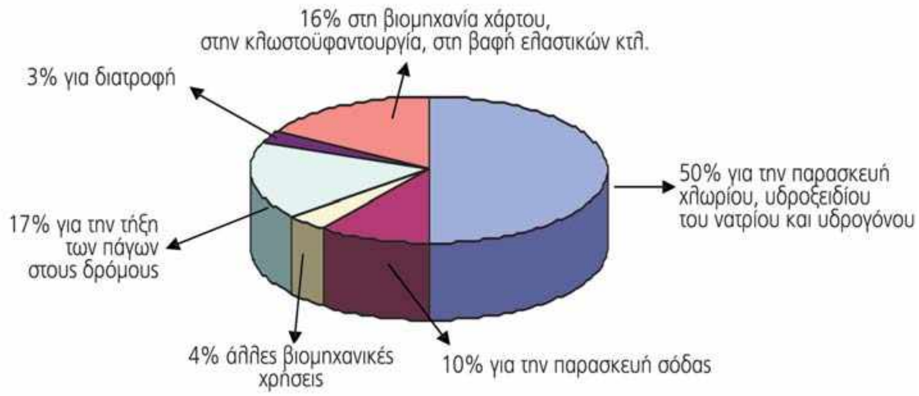
- Στις αλυκές συναντάται μεγάλη ποικιλία ζωικών οργανισμών, όπως υδρόβια έντομα ή μικρά σκουλήκια, μικρά οστρακόδερμα μαλάκια, αρθρόποδα και ένα μικρό είδος ψαριού, ο aphanius fasciatus.
- Ιδιαίτερο ενδιαφέρον παρουσιάζουν τα είδη των πουλιών που έχουν παρατηρηθεί.

Καστανοκέφαλος γλάρος

Ειδικά, στην Αλυκή του Μεσολογγίου παρατηρήθηκαν εβδομήντα ένα είδη πουλιών, που έκαναν μόνιμη ή περιστασιακή χρήση των χώρων της αλυκής, από τα οποία είκοσι πέντε χαρακτηρίζονται ως είδη απειλούμενα με εξαφάνιση σε ευρωπαϊκό επίπεδο και είκοσι προστατεύονται από ελληνικές, κοινοτικές ή διεθνείς συμβάσεις.

### Χρήσεις του χλωριούχου νατρίου

Χρησιμοποιείται για την άρτυση των τροφών, καθώς επίσης για τη διατήρηση και τη συντήρηση τροφίμων (παστό κρέας, παστά ψάρια, τουρσιά κτλ.). Επίσης, χρησιμοποιείται στη βιομηχανία, για την τήξη των πάγων στους δρόμους και για την παρασκευή φυσιολογικού ορού, ο οποίος είναι υδατικό διάλυμα χλωριούχου νατρίου που είναι ισοτονικό με το αίμα. Η ετήσια παγκόσμια κατανάλωση χλωριούχου νατρίου είναι περίπου 150 εκατομμύρια τόνοι. Το ποσοστό από την ποσότητα αυτή το οποίο χρησιμοποιείται για τη διατροφή είναι μικρό, όπως φαίνεται στο παρακάτω διάγραμμα.




***Δραστηριότητα 1:*** Να καταγράψετε τις κυριότερες αλυκές στον ελλαδικό χώρο, αναφέροντας την έκτασή τους, καθώς και τη δυναμικότητά τους στην παραγωγή αλατιού.

***Δραστηριότητα 2:*** Για πολλά χρόνια το αλάτι είχε πολύ υψηλή φορολογία. Να βρείτε στοιχεία για το καθεστώς φορολόγησης του αλατιού στην Ελλάδα από την ίδρυση του ελληνικού κράτους μέχρι σήμερα και να αναζητήσετε τους λόγους που οδήγησαν στη φορολόγησή του.

www.saltworks.gr
www.focusmag.gr/articles/view-article.rx?oid=28995

## Η ΣΟΔΑ ΚΑΙ ΟΙ ΑΠΑΡΧΕΣ ΤΗΣ ΧΗΜΙΚΗΣ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΑΣ

Κατά τον 18ο αιώνα η σόδα πλυσίματος (ανθρακικό νάτριο, $Na_2CO_3$) ήταν απαραίτητη για τη λειτουργία των σαπωνοποιείων, των υαλουργείων, των βαφείων και των χαρτοβιομηχανιών. Παραγόταν κυρίως με καύση φυκιών, οι στάχτες των οποίων περιείχαν 20-33% ανθρακικό νάτριο.

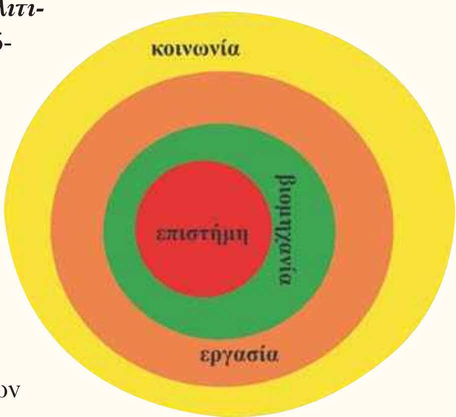
Το 1775 η Βασιλική Ακαδημία Επιστημών της Γαλλίας προκήρυξε διαγωνισμό για την επινόηση μεθόδου παρασκευής φτηνής σόδας με πρώτη ύλη το χλωριούχο νάτριο (NaCl). Το 1789 παραμονές της Γαλλικής Επανάστασης, το διαγωνισμό κέρδισε ο Leblanc (1742-1806), γιατρός και ερασιτέχνης χημικός, ο οποίος, σύμφωνα με πολλούς βιογράφους του, δεν έλαβε ποτέ τα χρήματα του βραβείου.

Η παρασκευή σόδας με τη μέθοδο Leblanc αποτέλεσε ένα από τα κύρια θεμέλια της χημικής βιομηχανίας. Ως πρώτες ύλες εκτός από το χλωριούχο νάτριο χρησιμοποιήθηκαν θειικό οξύ, άνθρακας και ασβεστόλιθοι ($CaCO_3$). Αυτό είχε ως συνέπεια γύρω από κάθε εργοστάσιο παρασκευής σόδας να «χτίζεται» ένα ολόκληρο ***σύστημα*** και άλλων βιομηχανιών, όπως βιομηχανιών παρασκευής θειικού οξέος. Τη βιομηχανική ανάπτυξη όμως την ώθησαν και τα «μειονεκτήματα» της μεθόδου: το κύριο παραπροϊόν αυτής της παρασκευής ήταν το αέριο υδροχλώριο (HCl), το οποίο δημιουργούσε περιβαλλοντικά προβλήματα. Το 1863 λοιπόν η αγγλική κυβέρνηση θέσπισε νόμο που υποχρέωνε τις βιομηχανίες να βρουν τρόπους αξιοποίησης του υδροχλωρίου. Αυτό είχε ως συνέπεια την ανάπτυξη και νέων χημικών βιομηχανιών, οι οποίες χρησιμοποιούσαν το υδροχλώριο για την παρασκευή λευκαντικών απαραίτητων για την κλωστοϋφαντουργία.

Η μέθοδος Leblanc για την παρασκευή σόδας άρχισε να εκτοπίζεται μετά το 1865 από μια νέα μέθοδο, τη μέθοδο του Βέλγου εφευρέτη Ernest Solvay, η οποία ήταν οικονομικότερη και παρήγαγε καθαρότερο προϊόν. Σήμερα η σόδα παράγεται από ορυκτά που περιέχουν μεταξύ άλλων αλάτων ανθρακικό νάτριο.

### Αλληλεπίδραση – Μεταβολή

Η αλματώδης ανάπτυξη των χημικών εφαρμογών το 18ο αιώνα είχε ποικίλες ***επιδράσεις*** σε ***κοινωνικό, οικονομικό και πολιτισμικό επίπεδο***. Γύρω από τα εργοστάσια παρασκευής σόδας οικοδομήθηκαν ολόκληρα χωριά για τους εργάτες και τις οικογένειές τους. Μεγάλα στρώματα πληθυσμού, που μέχρι τότε ζούσαν σε συνθήκες εξαθλίωσης, απασχολούμενα με αγροτικές εργασίες κάτω από φεουδαρχικά καθεστώτα, μετατράπηκαν σε εργατικό δυναμικό. Πολύ γρήγορα τα στρώματα αυτά ανέπτυξαν συνείδηση και διεκδίκησαν καλύτερες συνθήκες ζωής, μόρφωση και συμμετοχή στα κοινά. Η ανάπτυξη της Χημείας υπήρξε σημαντικός παράγοντας μεταβολής των εργασιακών δεδομένων των ανθρώπων. Η αλλαγή των δεδομένων στην εργασία ήταν ένας από τους παράγοντες που οδήγησε σε σοβαρές κοινωνικές μεταβολές οι οποίες ολοκληρώθηκαν με τη Γαλλική Επανάσταση. Η Γαλλική Επανάσταση έθεσε τις αρχές του αστικού κράτους και διακήρυξε τα δικαιώματα του ανθρώπου με καθολική ισχύ. Έτσι το αίτημα για μόρφωση και συμμετοχή στα πολιτιστικά αγαθά για πρώτη φορά απέκτησε ευρεία βάση.




*Με το παράδειγμα της ανάπτυξης της χημικής βιομηχανίας του 18ου αιώνα βλέπουμε πως η **μεταβολή** σε ένα **σύστημα**, την επιστήμη της Χημείας, επέδρασε και **μετέβαλε** σημαντικά τα δεδομένα ευρύτερων **συστημάτων** με έμμεσο αλλά καθοριστικό τρόπο.*

# 5. Εφαρμογές των οξέων, βάσεων και αλάτων στην καθημερινή ζωή

Το κεφάλαιο αυτό έρχεται να απαντήσει στο ερώτημα το οποίο είμαστε βέβαιοι ότι όλοι και όλες έχετε στην άκρη της γλώσσας σας: «Μα καλά, γιατί τα μαθαίνω όλα αυτά εγώ;»

- Τα οξέα, τις βάσεις και τα άλατα τα συναντάμε σε πολλά από τα συστήματα που απαρτίζουν την καθημερινή μας ζωή.
- Τα συστήματα αυτά αλληλεπιδρούν μεταξύ τους, επηρεάζουν το ένα το άλλο και αποτελούν μέρος ενός ευρύτερου συστήματος, του κόσμου μας.

Όταν ο άνθρωπος καταβάλλει έντονη μυϊκή προσπάθεια, στους μυς του συσσωρεύεται γαλακτικό οξύ.

**Όταν θα έχετε μελετήσει την ενότητα αυτή, θα μπορείτε:**

1. Να αναφέρετε οξέα και βάσεις που σχετίζονται με τη ζωή.
2. Να προβλέπετε τι θα συμβεί κατά την επίδραση των οξέων της καθημερινής ζωής σε μάρμαρα, μέταλλα και άλλα υλικά.
3. Να εκτιμάτε τους κινδύνους από την κακή χρήση οξέων και βάσεων στην καθημερινή ζωή.
4. Να επιλέγετε το κατάλληλο οξύ ή την κατάλληλη βάση σε διάφορες περιπτώσεις στην καθημερινή ζωή.
5. Να συσχετίζετε το pH του εδάφους με τις καλλιέργειες και την ανάπτυξη διάφορων φυτών.
6. Να εξηγείτε την ανάγκη χρήσης λιπασμάτων στη γεωργία, να αναφέρετε παραδείγματα λιπασμάτων, αλλά και να εκτιμάτε τα προβλήματα από την αλόγιστη χρήση τους.
7. Να εκτιμάτε τη σημασία του χλωριούχου νατρίου στη διατροφή και στην καλή υγεία του ανθρώπου.

## 5.1 Ανθρώπινος οργανισμός

### Βιολογικά υγρά του σώματος

- Το **γαστρικό υγρό**, το οποίο χρησιμεύει στη διάσπαση των τροφών, έχει pH περίπου 2, διότι περιέχει **υδροχλωρικό οξύ**. Όταν αγχωνόμαστε ή δεν προσέχουμε τη διατροφή μας, η ποσότητα του HCl αυξάνεται και σε ορισμένες περιπτώσεις νιώθουμε ενοχλήσεις στο στομάχι. Για να ανακουφιστούμε, χρησιμοποιούμε ***αντιόξινα***, όπως είναι το ***υδροξείδιο του μαγνησίου ή γάλα μαγνησίας*** και το ***υδροξείδιο του αργιλίου***.

- Το ***αίμα*** είναι ελαφρά βασικό (αλκαλικό) με pH = 7,4, το οποίο διατηρείται σταθερό με τη βοήθεια *«ρυθμιστικών»* διαλυμάτων του οργανισμού. Οι διαταραχές του pH του αίματος μπορεί να οδηγήσουν σε κώμα αν το pH γίνει μικρότερο από 7,2 ή σε μυϊκή ακαμψία αν γίνει μεγαλύτερο από 7,6.

- Μετά από έντονη μυϊκή άσκηση νιώθουμε κούραση, επειδή συσσωρεύεται ***γαλακτικό οξύ*** στους μυς, εξαιτίας της αναερόβιας αναπνοής.

### Γιατί βλάπτει τα δόντια η κατανάλωση γλυκών;

Στο στόμα μας ζουν ***βακτήρια*** τα οποία μετατρέπουν τους ***υδατάνθρακες, όπως η ζάχαρη, σε οξέα.*** Τα οξέα αυτά καταστρέφουν το σμάλτο (αδαμαντίνη) των δοντιών με αποτέλεσμα να φθείρονται πιο εύκολα και να προκαλείται τερηδόνα.

### Το δέρμα

Το ***δέρμα μας***, εξαιτίας κυρίως του σμήγματος, είναι ελαφρά όξινο και έχει ***pH μεταξύ 5 και 5,6.*** Το περιβάλλον αυτό είναι δυσμενές για τους παθογόνους μικροοργανισμούς, όπως τα βακτήρια, και έτσι το δέρμα προστατεύεται. Τα ουδέτερα σαπούνια δεν καθαρίζουν καλά, ενώ τα βασικά ξηραίνουν το δέρμα και «τρέφουν» τους μύκητες.

### Αλάτι και οργανισμός: Μια σχέση πάθους...

Το αλάτι (NaCl) είναι η βασική πηγή ιόντων $Na^+$ για τον οργανισμό. Τα ιόντα αυτά είναι απαραίτητα, γιατί είναι τα κύρια κατιόντα του εξωκυττάριου υγρού και συντελούν στη διατήρηση της ισορροπίας του νερού στον οργανισμό. Η υπερκατανάλωση όμως αλατιού συνδέεται με την υπέρταση και την κατακράτηση υγρών από τον οργανισμό.

## Ας ακονίσουμε το μυαλό μας...

**1. Ποιες από τις παρακάτω προτάσεις είναι σωστές και ποιες λανθασμένες; Να αιτιολογήσετε την απάντησή σας.**

**α.** Όταν νιώθουμε ξινίλες στο στομάχι, μπορούμε να ανακουφιστούμε πίνοντας λεμονάδα.

**β.** Μετά από ένα καλό γεύμα, ιδίως αν συνοδεύεται από γλυκό, το pH των υγρών του στόματός μας ελαττώνεται.

**γ.** Ένα σαμπουάν είναι κατάλληλο για το δέρμα, αν το pH του κυμαίνεται από 7-8,5.

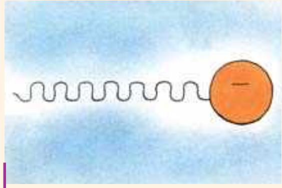
**δ.** Δεν πρέπει να χρησιμοποιούμε μαγειρικό αλάτι (NaCl) στο φαγητό.

**2. Να συμπληρώσετε τα κενά στο κείμενο που ακολουθεί με την κατάλληλη λέξη ή τύπο.**

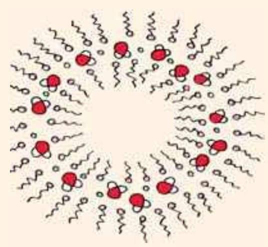
Το γαστρικό υγρό περιέχει ..........οξύ (τύπος:........), από την υπερέκκριση του οποίου μπορεί να νιώσουμε .......... στο στομάχι. Για την αντιμετώπισή τους, χρησιμοποιούμε ............., τα οποία περιέχουν .........................

## 5.2 Καθαριότητα στην καθημερινή ζωή: σαπούνια, απορρυπαντικά και καθαριστικά

- Στις τουαλέτες σχηματίζεται πέτρα (πουρί), η οποία αποτελείται κυρίως από ανθρακικό ασβέστιο ($CaCO_3$), άλας που δε διαλύεται στο νερό. Για τη διάλυση της πέτρας χρησιμοποιούνται καθαριστικά που περιέχουν υδροχλωρικό οξύ (HCl).
- Για την απομάκρυνση λεκέδων από λίπη χρησιμοποιούνται καθαριστικά που περιέχουν βάσεις. Τα ήπια καθαριστικά περιέχουν αμμωνία ($NH_3$), ενώ τα δραστικά υδροξείδιο του νατρίου (NaOH). Τα καθαριστικά των φούρνων και τα αποφρακτικά σωληνώσεων περιέχουν υδροξείδιο του νατρίου, δηλαδή καυστική σόδα (NaOH).

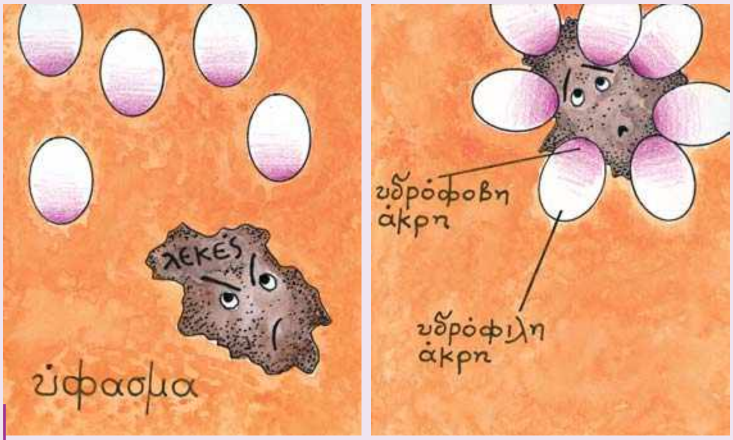


Σχηματική αναπαράσταση του ανιόντος ενός σαπουνιού



Σχηματική αναπαράσταση της δράσης των σαπουνιών

- Τα σαπούνια είναι ***άλατα ορισμένων οξέων που χαρακτηρίζονται λιπαρά με νάτριο***. Η απορρυπαντική τους ικανότητα οφείλεται στο ότι το ένα τμήμα του ανιόντος τους (το λιπόφιλο τμήμα) έλκεται ισχυρά από τα λίπη και τα λάδια, ενώ το άλλο (το υδρόφιλο τμήμα) από το νερό.
- Όταν το σαπούνι διαλύεται στο νερό και έρχεται σε επαφή με το λεκέ, το λιπόφιλο τμήμα «κολλάει» στο λίπος και το υδρόφιλο μένει στη διαχωριστική επιφάνεια νερού-λίπους. Στη συνέχεια σχηματίζονται σφαιρικές σταγόνες λίπους-σαπουνιού, που ονομάζονται μικκύλια, και παρασύρονται στο νερό αφήνοντας την επιφάνεια καθαρή.




Το απορρυπαντικό επιτίθεται στο λεκέ.

**Απορρυπαντικά** φτιάχτηκαν πρώτη φορά από τους Σουμέριους το 2.500 π.Χ. από λίπη ζώων και τη στάχτη κάποιου φυτού. Σήμερα οι πρώτες ύλες για τα απορρυπαντικά είναι προϊόντα του πετρελαίου και ουσίες όπως το ανθρακικό νάτριο και διάφορα φωσφορικά άλατα. Τα απορρυπαντικά περιέχουν επίσης συστατικά που απομακρύνουν τα κατιόντα ασβεστίου ($Ca^{2+}$) από το νερό και το «μαλακώνουν», βάσεις που ρυθμίζουν το pH σε τιμές πάνω από 7, ένζυμα που αποσυνθέτουν πρωτεϊνικά υλικά (αίμα, αυγό, γάλα) και συστατικά που κάνουν τα ρούχα να αστράφτουν.

- Το κύριο συστατικό τους προσκολλάται στο λεκέ και σχηματίζονται μικκύλια τα οποία ανεβαίνουν στην επιφάνεια του διαλύματος.

• Τα δραστικά συστατικά των απορρυπαντικών συγκεντρώνονται στην επιφάνεια και δημιουργούν με τα μόρια του νερού τη «σαπουνάδα». Ένα από τα συστατικά τους, χρησιμοποιείται για να μαλακώσει το σκληρό νερό με απομάκρυνση των κατιόντων $Ca^{2+}$ και $Mg^{2+}$. Αυτό συνήθως επιτυγχάνεται με μετατροπή τους σε ***φωσφορικά άλατα***. Τα άλατα αυτά όμως έχουν ως σημαντικό μειονέκτημα ότι προκαλούν τη γρήγορη ανάπτυξη των φυκιών (***ευτροφισμός***) στα νερά στα οποία καταλήγουν μέσω των αστικών αποβλήτων.

**Σκεφθείτε:** *Πώς θα μπορούσαμε, χωρίς να υποβαθμίσουμε την ποιότητα της ζωής μας, να προστατέψουμε το περιβάλλον από την αλόγιστη χρήση των απορρυπαντικών;*

Η ποικιλία και η ευρεία χρήση των απορρυπαντικών είναι εξαιρετικό παράδειγμα της συνεισφοράς της Χημείας στην παραγωγή αποτελεσματικών και χρήσιμων προϊόντων.

Εκατομμύρια τόνοι απορρυπαντικού για πιάτα χρησιμοποιήθηκαν για να καθαρίσουν τις ακτές της Αλάσκας από την πετρελαιοκηλίδα που δημιουργήθηκε με το ναυάγιο του Exxon Valdez.

## Ας ακονίσουμε το μυαλό μας...

1. **Ποιες από τις παρακάτω προτάσεις είναι σωστές και ποιες λανθασμένες; Να αιτιολογήσετε την απάντησή σας.**
   - **α.** Το NaOH είναι πιο ισχυρό καθαριστικό από την αμμωνία.
   - **β.** Για τον καθαρισμό μιας φραγμένης από λίπη αποχέτευσης χρησιμοποιούμε οξύ.
   - **γ.** Τα σαπούνια είναι ουσίες που έχουν την ιδιότητα να «διαλύουν» τα λίπη.
   - **δ.** Για το καθαρισμό της πέτρας ($CaCO_3$) στις τουαλέτες χρησιμοποιούμε ισχυρά καθαριστικά, όπως το NaOH.
   - **ε.** Η αλόγιστη χρήση των απορρυπαντικών μπορεί να δημιουργήσει σοβαρά περιβαλλοντικά προβλήματα.
   - **στ.** Για να καθαρίσουμε λεκέδες από λίπη σε πιάτα και κατσαρόλες χρησιμοποιούμε υγρά πιάτων που περιέχουν NaOH.
2. **Να συμπληρώσετε τις ακόλουθες προτάσεις με έναν ή περισσότερους χημικούς τύπους από τον παρακάτω πίνακα:**
   - **α.** Για να απομακρύνουμε το πουρί από τις τουαλέτες χρησιμοποιούμε υγρά καθαρισμού που περιέχουν …………..
   - **β.** Για τον καθαρισμό των φούρνων από τα λίπη και τα λάδια χρησιμοποιούμε καθαριστικά που περιέχουν………………

**1.** $NH_3$ **2.** HCl **3.** NaOH **4.** $Na_3PO_4$

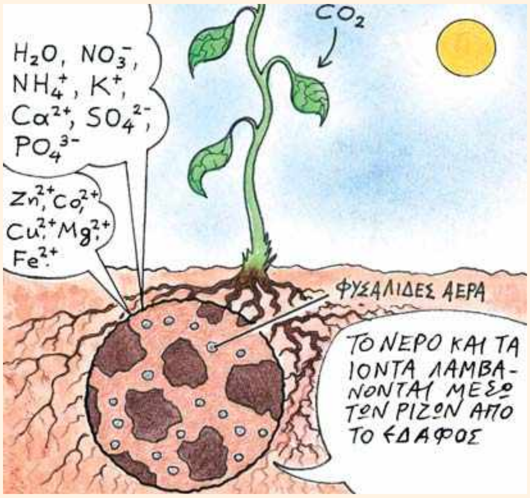
## Εφαρμογές

### 5.3 Αρκετή τροφή για να χορτάσει όλος ο κόσμος...

Η ταχύτατη αύξηση του πληθυσμού της Γης σε συνδυασμό με τις ιδιαιτερότητες του κλίματος κάποιων περιοχών και την άνιση ανάπτυξη των ανεπτυγμένων κρατών σε σχέση με τον τρίτο κόσμο έχουν φέρει μπροστά στα μάτια της ανθρωπότητας έναν τεράστιο φόβο: **το φάσμα της πείνας.** Η υπέρτατη προσδοκία είναι να τρέφεται όλος ο κόσμος χωρίς να βλάπτεται το περιβάλλον. Αυτό σημαίνει να παράγεται αρκετή τροφή, σωστό είδος, την κατάλληλη στιγμή και στο κατάλληλο μέρος.

#### Τι χρειάζονται τα φυτά για να αναπτυχθούν;

Το έδαφος τα στηρίζει και τα τρέφει για να αναπτυχθούν μέσω των ριζών. Με τη βοήθεια της ηλιακής ακτινοβολίας και του $CO_2$ της ατμόσφαιρας συνθέτουν γλυκόζη με μια διαδικασία που ονομάζεται φωτοσύνθεση.




#### Η οξύτητα του εδάφους

Το έδαφος έχει pH από 4 έως 8. Τα ασβεστολιθικά εδάφη έχουν pH μεγαλύτερο από 7, ενώ τα βαλτώδη ή τα ηφαιστειογενούς προέλευσης έχουν pH μικρότερο από 7. Με τη βροχή το έδαφος εμπλουτίζεται με κατιόντα υδρογόνου ($H^+$), οπότε γίνεται πιο όξινο. Κάθε είδος φυτού ευδοκιμεί σε έδαφος διαφορετικής οξύτητας και έτσι οι αγρότες πρέπει να ρυθμίζουν το pH του εδάφους ανάλογα με την καλλιέργεια. Για παράδειγμα, τα όξινα εδάφη «εξουδετερώνονται» με προσθήκη $Ca(OH)_2$.

**Πίνακας 5: Τιμές pH στις οποίες ευδοκιμούν διάφορα φυτά**

| καλλιέργεια | pH |
|---|---|
| πατάτες | 4,9 |
| μήλα | 5,0 |
| λάχανα | 5,4 |
| σιτάρι | 5,5 |
| φασόλια | 6,0 |
| εσπεριδοειδή | 6,0-7,0 |

**Σκεφθείτε:**

*Είναι δυνατό να καλλιεργήσουμε στάρι σε ασβεστολιθικά εδάφη;*

#### Γιατί το έδαφος χάνει θρεπτικά συστατικά;

Η εντατική καλλιέργεια των εδαφών εξαντλεί τα αποθέματά τους σε θρεπτικά συστατικά και κυρίως σε αζωτούχες ενώσεις που είναι απαραίτητες για την ανάπτυξη των φυτών. Το έδαφος χάνει τα θρεπτικά συστατικά του και κυρίως το άζωτο, γιατί:

1. το καταναλώνουν τα φυτά,
2. τα αμμωνιακά ιόντα σε βασικό περιβάλλον γίνονται αμμωνία, η οποία εξατμίζεται,
3. τα νιτρικά άλατα είναι ευδιάλυτα στο νερό και παρασύρονται με τη βροχή.

#### Προσθέτοντας θρεπτικά συστατικά

Η λύση για την αναπλήρωση των απωλειών του εδάφους είναι η προσθήκη θρεπτικών συστατικών, είτε με τη μορφή ***οργανικών βιολογικών λιπασμάτων*** (***κοπριά***) είτε ***ανόργανων λιπασμάτων βιομηχανικής παραγωγής.***

Λίπασμα 5-5-5 δηλώνει περιεκτικότητα 5%$N_2$, 5%P ($P_2O_5$), 5%K ($K_2O$).

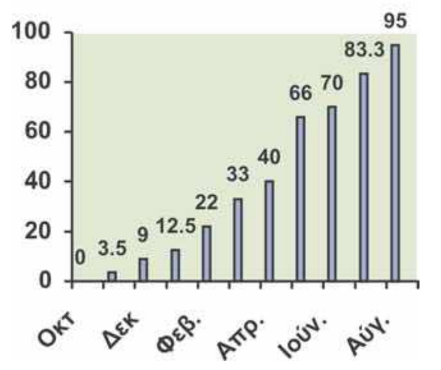
Τα λιπάσματα είναι μείγματα ουσιών που προστίθενται στο έδαφος, για να αναπληρώσουν τις ουσίες που καταναλώνουν τα φυτά. Τα λιπάσματα περιέχουν συνήθως τρία θρεπτικά συστατικά (το άζωτο, το φωσφόρο και το κάλιο) στη μορφή νιτρικών, φωσφορικών, χλωριούχων αλάτων του αμμωνίου και του καλίου. Χαρακτηρίζονται με τρεις αριθμούς που δείχνουν την περιεκτικότητα κατά σειρά σε άζωτο ($N_2$), φωσφόρο (ως $P_2O_5$) και κάλιο (ως $K_2O$).

**Ας κάνουμε οικονομία...**

**α. Στο περιβάλλον:** Η αλόγιστη χρήση των λιπασμάτων σε ποσότητες που τα φυτά δεν μπορούν να χρησιμοποιήσουν έχει ως αποτέλεσμα το πέρασμά τους στο πόσιμο νερό και τη θάλασσα με τις βροχές. Στο πόσιμο νερό τα ***νιτρικά ιόντα είναι τοξικά, ενώ τα φωσφορικά προκαλούν το φαινόμενο του ευτροφισμού*** στα νερά στα οποία χύνονται.

**β. Σε χρήματα:** Τα λιπάσματα κοστίζουν χρήματα και, αν δε χρησιμοποιηθούν σωστά, το κόστος τους είναι μεγαλύτερο από το κέρδος που αποφέρει η αύξηση της παραγωγής.

**Και πώς θα γίνει αυτό;** Χρησιμοποιώντας το κατάλληλο λίπασμα στις σωστές ποσότητες την κατάλληλη εποχή, όταν τα φυτά το έχουν ανάγκη.




% ποσοστό της απορρόφησης του αζώτου του εδάφους από καλλιέργεια που φυτεύτηκε τον Οκτώβρη κατά μήνα

## Ας ακονίσουμε το μυαλό μας...

**1.** Ο δυόσμος ευδοκιμεί σε εδάφη με pH 7 έως 8. Είναι δυνατό να καλλιεργηθεί σε ένα ηφαιστειογενές έδαφος;

**2.** Παρατηρώντας προσεκτικά τον πίνακα 5 να αντιστοιχίσετε τις καλλιέργειες της στήλης Α του διπλανού πίνακα με τα εδάφη της στήλης Β.

| καλλιέργεια | pH εδάφους |
|---|---|
| 1. μήλα | 5,0 |
| 2. λεμόνια | 4,8 |
| 3. λάχανα | 6,5 |
| 4. πατάτες | 5,5 |

**3.** Ένας αγρότης θέλει να καλλιεργήσει εσπεριδοειδή και ελέγχει την οξύτητα του εδάφους του χωραφιού του.

**α.** Αν ο αγρότης βρήκε το pH = 5, το έδαφος του χωραφιού του είναι:

**1. όξινο 2. βασικό 3. ουδέτερο**

**β.** Για να καταφέρει να καλλιεργήσει εσπεριδοειδή με επιτυχία θα πρέπει να προσθέσει:

**1. υδροχλωρικό οξύ 2. υδροξείδιο του ασβεστίου 3. νιτρικό οξύ**

**γ.** Ποια από τα φυτά του πίνακα 5 θα μπορούσε να καλλιεργήσει στο έδαφος αυτό, χωρίς καμία παρέμβαση; Να δικαιολογήσετε τις απαντήσεις σας.

**4.** Ένα συνθετικό λίπασμα αναγράφει στη σακούλα του τους αριθμούς 12-5-10.

**α.** Να εξηγήσετε τι πληροφορίες μάς δίνουν αυτοί οι αριθμοί.

**β.** Γιατί είναι απαραίτητο να προστίθενται στο έδαφος λιπάσματα;

**γ.** Ποια είδη λιπασμάτων υπάρχουν;

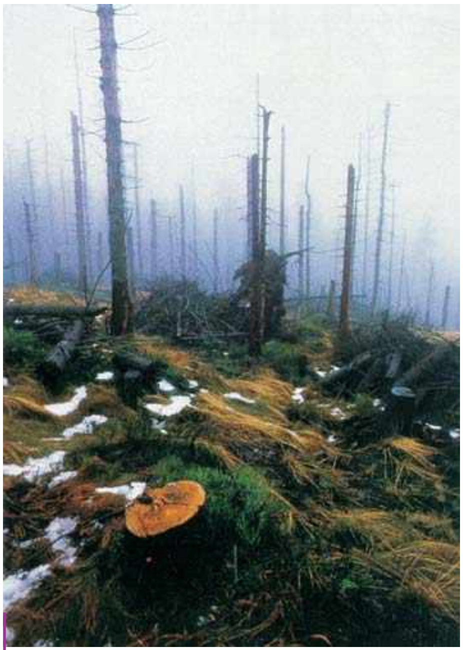
**δ.** Ποιες χημικές ουσίες περιέχουν τα συνηθισμένα συνθετικά λιπάσματα;

**ε.** Είναι σωστό να χρησιμοποιούνται τα λιπάσματα ανεξέλεγκτα;

**5.** Ποια σοβαρά περιβαλλοντικά προβλήματα μπορεί να προκύψουν από την αλόγιστη χρήση των λιπασμάτων;

## Εφαρμογές

# 5.4 Προστατεύοντας τον πλανήτη από την όξινη βροχή



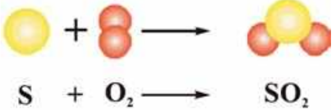
Δάσος κατεστραμμένο από την όξινη βροχή

Κατά τη δεκαετία του 1980 ήρθε στο προσκήνιο το φαινόμενο της όξινης βροχής, ως υπεύθυνης για την καταστροφή λιμνών, ποταμών, δασών αλλά και μνημείων πολιτιστικής κληρονομιάς σε όλο τον πλανήτη. Η όξινη βροχή, συνέπεια της έντονης βιομηχανικής δραστηριότητας των τελευταίων δεκαετιών, έχει pH συχνά κάτω από 4. Αυτό σημαίνει ότι είναι πάνω από 10 φορές πιο όξινη από την κανονική βροχή, η οποία έχει pH μεταξύ του 5 και του 6 (κυρίως λόγω του διοξειδίου του άνθρακα που περιέχει).

### Ψάχνοντας να βρούμε γιατί η βροχή έγινε πιο όξινη

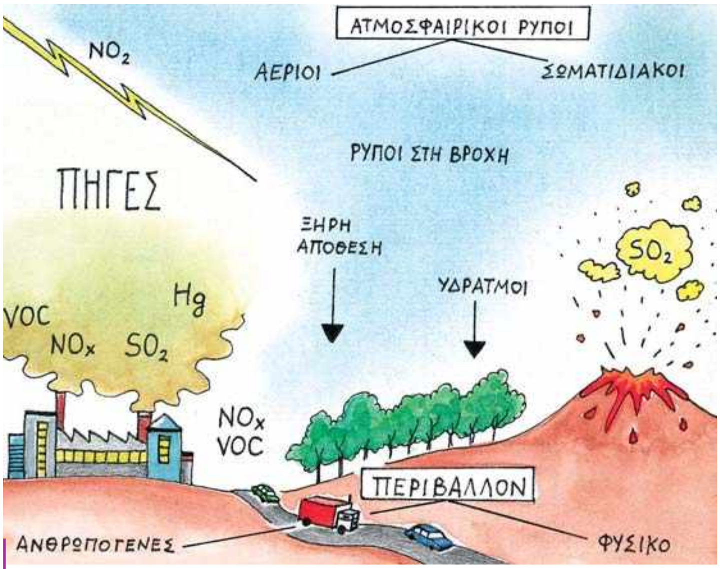
Η όξινη βροχή εμφανίστηκε σε βιομηχανικές περιοχές, όπου η ανάλυση του αέρα έδειξε ότι περιέχει οξείδια του θείου ($SO_2$, $SO_3$) και του αζώτου ($NO$, $NO_2$), τα οποία συμβολίζονται $SO_X$ και $NO_X$.

- Τα $SO_X$ παράγονται σε βιομηχανικές περιοχές, όπου υπάρχουν θερμοηλεκτρικά εργοστάσια παραγωγής ρεύματος, χαλυβουργεία και γενικά βιομηχανίες που χρησιμοποιούν κάρβουνο (γαιάνθρακες). Οι γαιάνθρακες περιέχουν πάντοτε θείο, το οποίο κατά την καύση τους καίγεται και αυτό σύμφωνα με τη χημική εξίσωση:




Στις βιομηχανίες που δε χρησιμοποιούν φίλτρα, το $SO_2$ διαφεύγει στην ατμόσφαιρα.

- Τα $NO_X$ παράγονται κυρίως σε αστικές περιοχές, όπου κυκλοφορούν πολλά αυτοκίνητα. Σχηματίζονται από το άζωτο και το οξυγόνο του αέρα μέσα στους κινητήρες των αυτοκινήτων, λόγω των υψηλών πιέσεων και των θερμοκρασιών που επικρατούν σε αυτούς.




Η παραγωγή των ρύπων που ευθύνονται για την όξινη βροχή

Οι αέριοι ρύποι μεταφέρονται σε μεγάλες αποστάσεις από τους τόπους παραγωγής τους, μέσω των ρευμάτων του αέρα.

**Γιατί τα $NO_X$ και $SO_X$ είναι υπεύθυνα για την όξινη βροχή, αφού δεν έχουν άτομα υδρογόνου (το χαρακτηριστικό των οξέων);**

Οι ενώσεις αυτές αντιδρούν με τους υδρατμούς της ατμόσφαιρας (δηλαδή με το νερό) και παράγουν οξέα (γι' αυτό χαρακτηρίζονται ως ανυδρίτες οξέων). Τα $SO_X$ παράγουν $H_2SO_4$ και τα $NO_x$ παράγουν $HNO_3$.

**Σκεφθείτε:**

- *Μπορούμε να λύσουμε το πρόβλημα των ρύπων φτιάχνοντας ψηλότερες καμινάδες στα εργοστάσια, ώστε να απομακρύνονται τα αέρια από την περιοχή μας;*
- *Είναι όλα τα οξέα επιβλαβή;*
- *Παράγονται $SO_X$ και $NO_X$ από άλλες πηγές εκτός από την ανθρώπινη δραστηριότητα;*

### Οι επιπτώσεις της όξινης βροχής

**Μαρμάρινα αγάλματα και μνημεία:** Ανεκτίμητα μνημεία της παγκόσμιας πολιτιστικής κληρονομιάς, όπως ο Παρθενώνας στην Ελλάδα, το Taj Mahal στην Ινδία και το Chitcen Itza στο Μεξικό, έχουν υποστεί διάβρωση. Η καταστροφή οφείλεται κυρίως στα $NO_X$ και $SO_X$ της ατμόσφαιρας. Το μάρμαρο περιέχει κυρίως ανθρακικό ασβέστιο, το οποίο αντιδρά με τα οξέα που υπάρχουν στην όξινη βροχή και διαλύεται.

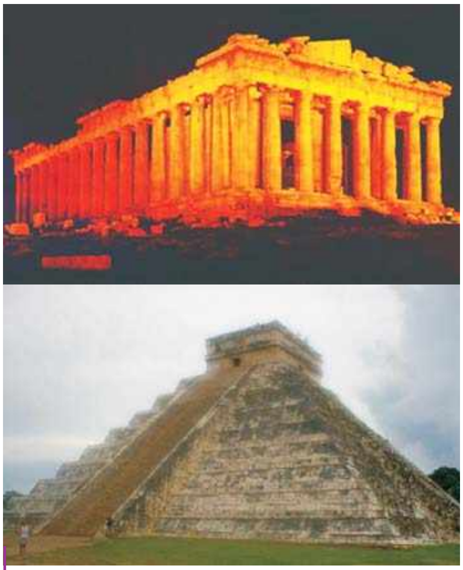
**Μέταλλα και δομικά υλικά:** Ο σίδηρος, που χρησιμοποιείται ευρύτατα ως δομικό υλικό, και τα περισσότερα μέταλλα αντιδρούν με τα οξέα και διαβρώνονται. Η όξινη βροχή επηρεάζει επίσης κατασκευές από ασβεστόλιθο ή μάρμαρο.

**Υγεία του ανθρώπου:** Το νερό της όξινης βροχής διαλύει ορισμένα τοξικά βαριά μέταλλα, όπως ο υδράργυρος, ο μόλυβδος και το κάδμιο, τα οποία βρίσκονται στο έδαφος και έτσι μολύνονται τα αποθέματα του νερού. Επίσης τα $NO_X$ και $SO_X$ που προκαλούν την όξινη βροχή δημιουργούν στον άνθρωπο αναπνευστικά, δερματολογικά και άλλα προβλήματα.

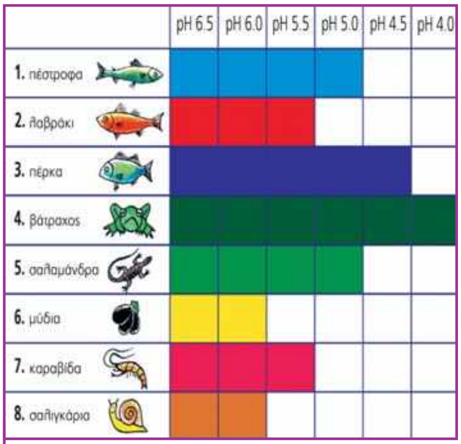
**Λίμνες και υδρόβιοι οργανισμοί:** Τα νερά των λιμνών έχουν pH περίπου 6,5. Σε pH μικρότερο από 5 ελάχιστα είδη επιβιώνουν και σε μικρότερο από 4 οι λίμνες είναι νεκρές.

**Δάση και έδαφος:** Υπό την επίδραση της όξινης βροχής τα δέντρα αρχικά ρίχνουν τα φύλλα τους και στη συνέχεια ορισμένα μέρη τους νεκρώνονται. Τα εξασθενημένα δέντρα τελικά πεθαίνουν από το κρύο, τον αέρα και τα έντομα. Επιβαρυντικός παράγοντας για την καταστροφή των δασών είναι και η οξίνιση του εδάφους, δηλαδή η ελάττωση του pH του εξαιτίας της όξινης βροχής. Η οξίνιση αυτή έχει ως αποτέλεσμα το δέντρο να μην τρέφεται καλά από τις ρίζες του.

**Ορατότητα:** Οι ρύποι που προκαλούν την όξινη βροχή ελαττώνουν την ορατότητα στην ατμόσφαιρα, ιδίως το καλοκαίρι.



Ο Παρθενώνας στην Ελλάδα και το Chitcen Itza στο Μεξικό ανήκουν στα μνημεία που έχουν υποστεί καταστροφές εξαιτίας της όξινης βροχής.




Τα όρια του pH του νερού των λιμνών στα οποία επιβιώνουν διάφοροι υδρόβιοι οργανισμοί

# Με λίγα λόγια

Στην ενότητα αυτή μιλήσαμε για τα οξέα, τις βάσεις, τα άλατα, τις ιδιότητές τους και τονίσαμε τη σπουδαιότερη ιδιότητα κάθε οξέος να αντιδρά με βάσεις και τη σπουδαιότερη ιδιότητα κάθε βάσης να αντιδρά με οξέα.

Η αντίδραση των $\mathbf{H^+}$ των οξέων με τα $\mathbf{OH^-}$ των βάσεων ονομάζεται **εξουδετέρωση**. Αναφέραμε επίσης το **pH**, το οποίο είναι ένας αριθμός που δείχνει πόσο όξινο ή βασικό είναι ένα διάλυμα.

• **Οξέα**, σύμφωνα με τον Arrhenius, είναι οι ενώσεις που όταν διαλύονται στο νερό παρέχουν κατιόντα υδρογόνου, $H^+$. Στην ύπαρξη $H^+$ στα διαλύματα των οξέων οφείλεται ένα σύνολο ιδιοτήτων που χαρακτηρίζει όλα τα οξέα και ονομάζεται **όξινος χαρακτήρας** (ξινή γεύση, αλλαγή χρώματος δεικτών, αντίδραση με σόδα, μάρμαρο και δραστικά μέταλλα). Αναφέραμε τους μοριακούς τύπους, τα ονόματα και τις χημικές εξισώσεις διάλυσης των ακόλουθων οξέων στο νερό: $HCl$, $H_2SO_4$, $HNO_3$, $CH_3COOH$.

• **Βάσεις**, σύμφωνα με τον Arrhenius, είναι οι ενώσεις που όταν διαλύονται στο νερό παρέχουν ανιόντα υδροξειδίου, $OH^-$. Στην ύπαρξη $OH^-$ στα διαλύματα των βάσεων οφείλεται ένα σύνολο ιδιοτήτων που χαρακτηρίζει όλες τις βάσεις και ονομάζεται **βασικός χαρακτήρας** (αφή σαπουνιού, αλλαγή χρώματος δεικτών). Αναφέραμε τους χημικούς τύπους, τα ονόματα και τις χημικές εξισώσεις διάλυσης των ακόλουθων βάσεων στο νερό: $KOH$, $NaOH$, $Ba(OH)_2$, $NH_3$.

• Ακόμη αναφερθήκαμε σε μια σπουδαία κατηγορία χημικών ενώσεων, **τα άλατα**, και παρασκευάσαμε το χλωριούχο νάτριο και το θειικό βάριο από τα αντίστοιχα οξέα και βάσεις με εξουδετέρωση.

• Τέλος, ασχοληθήκαμε με το σημαίνοντα ρόλο που έχουν τα οξέα, οι βάσεις και τα άλατα στον ανθρώπινο οργανισμό και σε τομείς της καθημερινής ζωής, όπως τα είδη καθημερινής χρήσης, η παραγωγή τροφίμων και το περιβάλλον.

Η μελέτη αυτής της ενότητας μας έδειξε τη στενή **αλληλεπίδραση** στην οποία βρίσκονται διαφορετικά **συστήματα**, όπως η βροχή και η βιομηχανία, ο ανθρώπινος οργανισμός και τα οξέα ή τα άλατα, καθώς και την ανάγκη αξιοποίησης των **ομοιοτήτων ή διαφορών** διαφορετικών σωμάτων για την **ταξινόμησή τους σε σύνολα** και τη μελέτη τους.

## Απαντήσεις στις ασκήσεις της ενότητας 1: Οξέα – Βάσεις – Άλατα

**Τα οξέα**

**5.** Στο διοξείδιο του άνθρακα, $CO_2$.

**6.** Διότι τα διαλύματα των οξέων αντιδρούν με ορισμένα μέταλλα.

**7.** α. $H_2(g)$, β. $CO_2(g)$.

**pH**

**2.** pH = 7

**6.** Να μετρηθεί το pH του περιεχομένου κάθε φιάλης.

**Οι βάσεις**

**4.** β. Το διάλυμα είναι πιο βασικό όταν έχει pH = 11,

**5.** $pH_{H_2SO_4} < pH_{\text{απιονισμένου νερού}} < pH_{NaOH}$

**6.** α. ουδέτερο, β. βασικό, γ. όξινο, δ. pH = 13.

**Εξουδετέρωση**

**2.** α.

**3.** β.

**4.** γ.

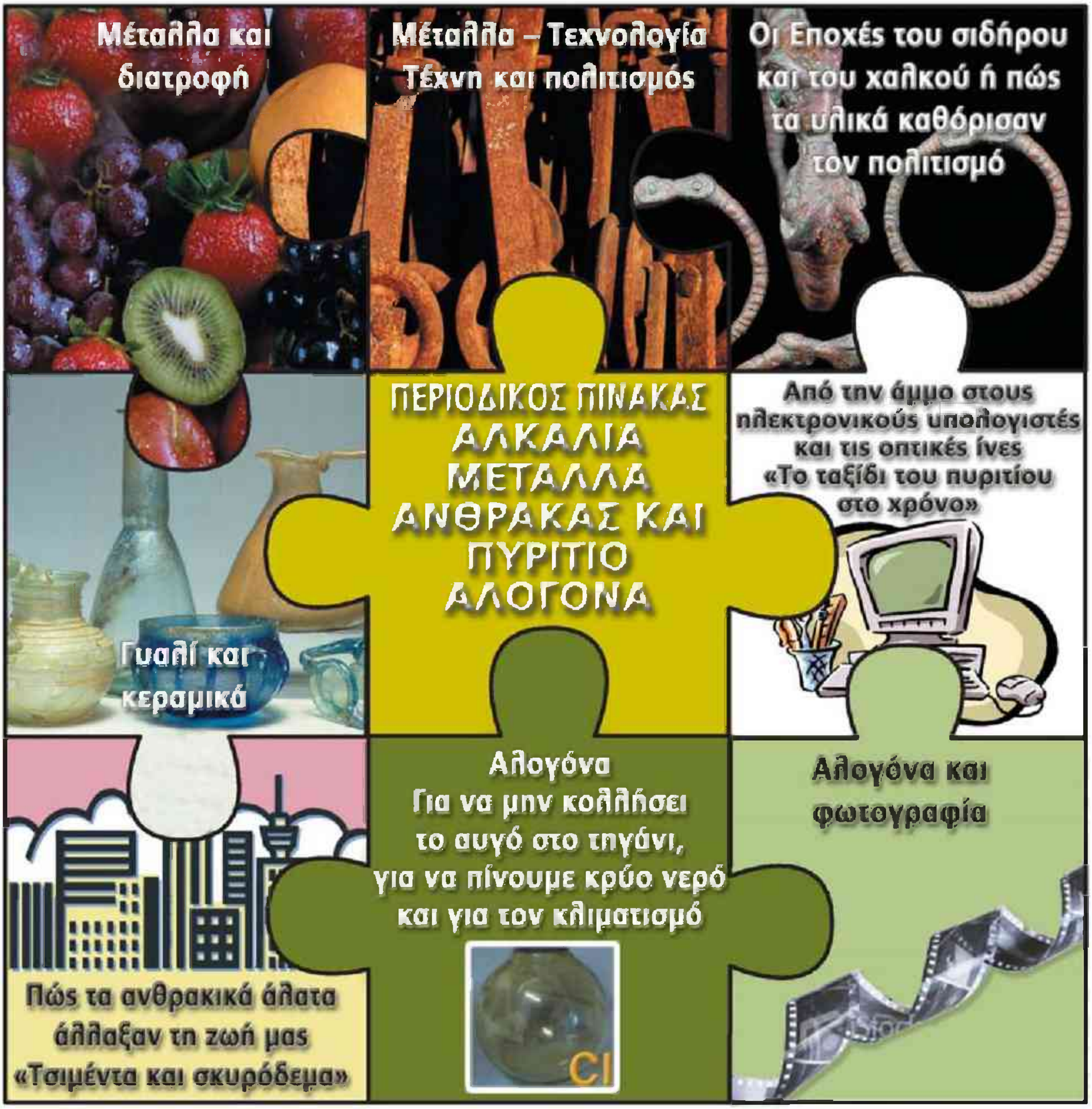
**Τα άλατα**

**3.**
$K^+(aq) + Cl^-(aq) \rightarrow KCl(aq)$
$Ba^{2+}(aq) + 2Cl^-(aq) \rightarrow BaCl_2(aq)$
$Ca^{2+}(aq) + SO_4^{2-}(aq) \rightarrow CaSO_4(s)$

**4.** $Na_4SO_4$

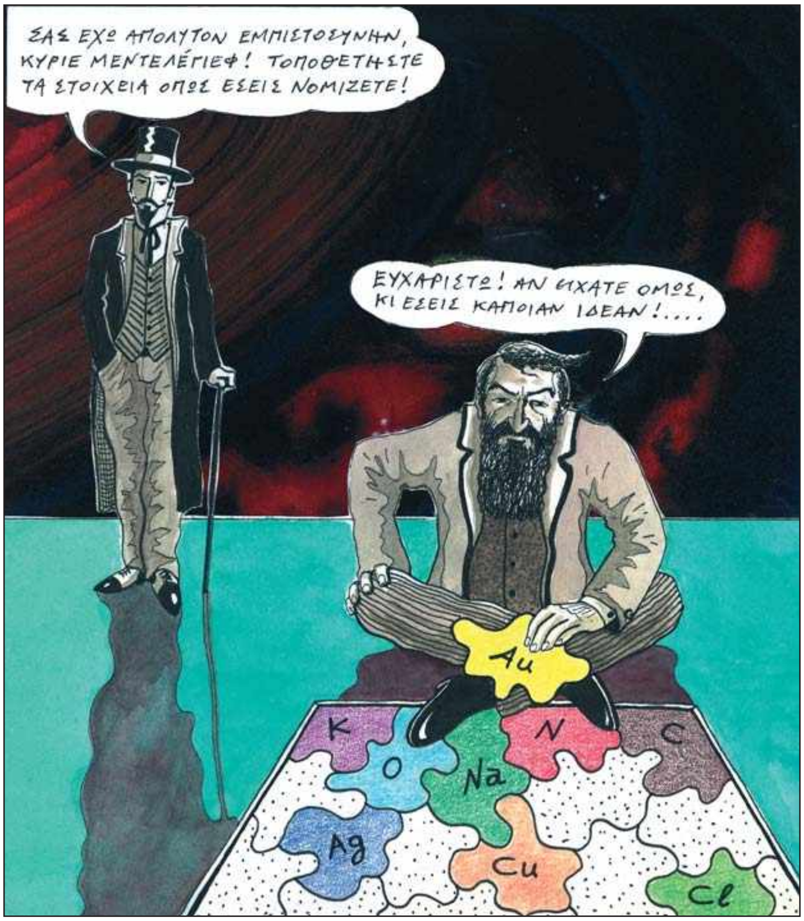
# ΤΑΞΙΝΟΜΗΣΗ ΤΩΝ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ 2

## Στοιχεία με ιδιαίτερο ενδιαφέρον



# 1. Ο περιοδικός πίνακας

Σε αυτό το μάθημα θα μελετήσουμε ένα από τα πιο σημαντικά «εργαλεία» της Χημείας, τον **περιοδικό πίνακα**. Οι άνθρωποι από τη φύση τους θέλουν να πετυχαίνουν σπουδαία αποτελέσματα καταναλώνοντας το λιγότερο δυνατό κόπο και χρόνο. Για το σκοπό αυτό προσπαθούν να ομαδοποιούν τα πράγματα με βάση κοινά κριτήρια ή κοινές ιδιότητες. Η διαδικασία αυτή ονομάζεται **ταξινόμηση** και διευκολύνει τη διαχείριση όλων των τομέων της ζωής. Για παράδειγμα, η αναζήτηση στα ράφια ενός βιβλιοπωλείου είναι πιο εύκολη όταν τα βιβλία είναι ταξινομημένα κατά θέμα ή κατά συγγραφέα. Οι επιστήμονες δεν υστερούν σε οργάνωση και γι' αυτό ομαδοποιούν με κριτήριο ομοιότητες ή κοινές συμπεριφορές. Στη Φυσική οι δυνάμεις μεταξύ των σωμάτων διακρίνονται σε επαφής και από απόσταση, στη Βιολογία οι οργανισμοί διακρίνονται σε ασπόνδυλους και σπονδυλωτούς με κριτήριο το είδος του σκελετού τους. Στη Χημεία η ταξινόμηση των χημικών στοιχείων έγινε με βάση την **περιοδικότητα**, δηλαδή την επανάληψη των ιδιοτήτων τους με καθορισμένο τρόπο. Με την ταξινόμηση επιτυγχάνεται η μελέτη κατά ομάδες και όχι ξεχωριστά για κάθε άτομο-μέλος της ομάδας και διευκολύνεται η **επικοινωνία**.




**Έννοιες κλειδιά:** αλκάλια • αλκαλικές γαίες • αλογόνα • αμέταλλα • ατομικός αριθμός • ευγενή αέρια • μέταλλα • ομάδα • περίοδος

**Όταν θα έχετε μελετήσει την ενότητα αυτή, θα μπορείτε:**

1. Να διατυπώνετε τον νόμο της περιοδικότητας και με βάση αυτόν να ερμηνεύετε την κατάταξη των στοιχείων στον περιοδικό πίνακα.
2. Να περιγράφετε τη σύγχρονη μορφή του περιοδικού πίνακα.
3. Να εντοπίζετε στον περιοδικό πίνακα χημικά στοιχεία με παρόμοιες ιδιότητες.
4. Να εντοπίζετε στον περιοδικό πίνακα τα μέταλλα και τα αμέταλλα.

## 1.1 Από το χθες...

Γύρω στο 1860 ήταν γνωστά περίπου 60 χημικά στοιχεία και ήταν φανερό ότι υπήρχαν στοιχεία με παρόμοιες ιδιότητες. Για τους επιστήμονες ήταν πρόκληση να τα ταξινομήσουν σε ομάδες, ώστε να είναι ευκολότερη η μελέτη τους.

Στη μουσική μια οκτάβα περιλαμβάνει επτά διαφορετικές νότες και μια όγδοη που είναι ίδια με την πρώτη.

Ένας από τους πρωτοπόρους στην προσπάθεια ταξινόμησης των στοιχείων ήταν ο Newlands. Ο Newlands κατέταξε τα χημικά στοιχεία από το στοιχείο με τα ελαφρύτερα άτομα προς το στοιχείο με τα βαρύτερα άτομα και παρατήρησε ότι οι ιδιότητες του όγδοου στοιχείου έμοιαζαν με τις ιδιότητες του πρώτου, του ένατου με του δεύτερου κτλ. Έτσι, το 1862 εμπνευσμένος από τη μουσική του παιδεία, διατύπωσε τον «κανόνα των οκτάβων», υποστηρίζοντας ότι μετά από μια σειρά επτά «ανόμοιων» στοιχείων ακολουθούν άλλα επτά που «επαναλαμβάνουν» τις ιδιότητες των προηγούμενων. Ο Newlands παρουσίασε τις ιδέες του το 1864 στη Χημική Εταιρεία του Λονδίνου, η οποία όμως αρνήθηκε να τις δημοσιεύσει, γιατί υπήρχαν προφανή άτοπα, όπως για παράδειγμα ότι ο σίδηρος «έπρεπε» να έχει παρόμοιες ιδιότητες με το οξυγόνο και ο φωσφόρος με το μαγγάνιο.

D. Mendeleev (1834-1907). Στο βιβλίο του «Αρχές Χημείας» συστηματοποίησε τις ιδέες του και επινόησε τον περιοδικό πίνακα ταυτόχρονα με το Γερμανό Λ. Μάγιερ.

Ο πρώτος περιοδικός πίνακας των στοιχείων παρουσιάστηκε λίγο πριν από το 1870 από το Ρώσο χημικό Mendeleev. Στον πίνακά του τα χημικά στοιχεία κατατάχτηκαν από το στοιχείο με τα ελαφρύτερα άτομα προς αυτό με τα βαρύτερα. Οι οριζόντιες γραμμές του πίνακα ονομάστηκαν **περίοδοι** και οι κατακόρυφες στήλες ονομάστηκαν **ομάδες**. Τα στοιχεία που είχαν παρόμοιες ιδιότητες τοποθετήθηκαν στην ίδια ομάδα. Ο Mendeleev όχι μόνο είχε την οξυδέρκεια να αφήσει στον πίνακά του κενές θέσεις για στοιχεία που δεν είχαν ακόμη ανακαλυφθεί, αλλά σε πολλές περιπτώσεις περιέγραψε ικανοποιητικά και τις ιδιότητες των στοιχείων που «έλειπαν».

## 1.2 Στο σήμερα: Ο σύγχρονος περιοδικός πίνακας

Ο σύγχρονος περιοδικός πίνακας είναι μια κατάταξη των χημικών στοιχείων κατά αύξοντα ατομικό αριθμό. Περιλαμβάνει επτά οριζόντιες γραμμές, οι οποίες ονομάζονται **περίοδοι**, και δεκαοκτώ κατακόρυφες στήλες, οι οποίες ονομάζονται **ομάδες**.

Η 1η περίοδος περιλαμβάνει δύο στοιχεία, ενώ η 2η και η 3η περίοδος οκτώ στοιχεία η καθεμία. Η 4η και η 5η περιλαμβάνουν από 18 στοιχεία η καθεμία, ενώ η 6η περίοδος περιλαμβάνει 32 στοιχεία, εκ των οποίων τα 14 βρίσκονται σε παράρτημα εκτός του πε-

Τα *ευγενή αέρια* είναι άχρωμα, άοσμα, μονοατομικά και χημικά αδρανή.
- Το *ήλιο* (He) χρησιμοποιείται στα μετεωρολογικά μπαλόνια, γιατί έχει μικρή πυκνότητα και δεν καίγεται.
- Το *νέον* (Ne), το *αργό* (Ar) και το *κρυπτό* (Kr) χρησιμοποιούνται στους ηλεκτρικούς σωλήνες εκκένωσης, δηλαδή στους σωλήνες φωτεινών διαφημίσεων.

ριοδικού πίνακα. Η 7η περίοδος δεν έχει συμπληρωθεί ακόμη.

Όταν μελετώνται τα στοιχεία κατ' αύξοντα ατομικό αριθμό παρατηρείται μια σχετικά κανονική επανάληψη, δηλαδή μια περιοδικότητα, στις ιδιότητές τους. Τα στοιχεία που βρίσκονται στην ίδια ομάδα έχουν παρόμοιες χημικές ιδιότητες, ενώ οι ιδιότητες των στοιχείων που βρίσκονται σε μία περίοδο μεταβάλλονται προοδευτικά και έτσι οδηγούμαστε στο νόμο της περιοδικότητας.

**Νόμος της περιοδικότητας:**

**Οι ιδιότητες των χημικών στοιχείων είναι περιοδική συνάρτηση του ατομικού τους αριθμού.**

Ορισμένες ομάδες στοιχείων του πίνακα έχουν ιδιαίτερα ονόματα. Έτσι:

- τα στοιχεία της 1ης ομάδας, εκτός από το υδρογόνο, ονομάζονται αλκάλια,
- τα στοιχεία της 2ης ομάδας ονομάζονται αλκαλικές γαίες,
- τα στοιχεία της 17ης ομάδας ονομάζονται αλογόνα και
- τα στοιχεία της 18ης ομάδας ονομάζονται ευγενή αέρια.

### ΠΕΡΙΟΔΙΚΟΣ ΠΙΝΑΚΑΣ ΤΩΝ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ

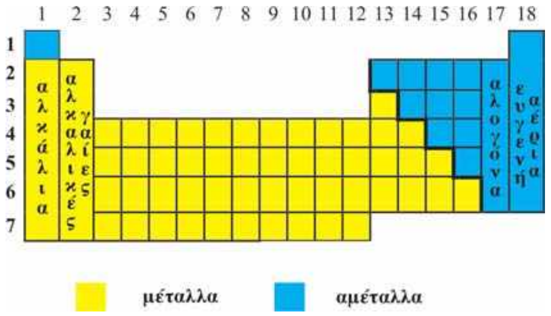
μέταλλα · αμέταλλα · ευγενή αέρια

| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 1 H | | | | | | | | | | | | | | | | | 2 He |
| 2 | 3 Li | 4 Be | | | | | | | | | | | 5 B | 6 C | 7 N | 8 O | 9 F | 10 Ne |
| 3 | 11 Na | 12 Mg | | | | | | | | | | | 13 Al | 14 Si | 15 P | 16 S | 17 Cl | 18 Ar |
| 4 | 19 K | 20 Ca | 21 Sc | 22 Ti | 23 V | 24 Cr | 25 Mn | 26 Fe | 27 Co | 28 Ni | 29 Cu | 30 Zn | 31 Ga | 32 Ge | 33 As | 34 Se | 35 Br | 36 Kr |
| 5 | 37 Rb | 38 Sr | 39 Y | 40 Zr | 41 Nb | 42 Mb | 43 Tc | 44 Ru | 45 Rh | 46 Pd | 47 Ag | 48 Cd | 49 In | 50 Sn | 51 Sb | 52 Te | 53 I | 54 Xe |
| 6 | 55 Cs | 56 Ba | 57-71 *λανθανίδες | 72 Hf | 73 Ta | 74 W | 75 Re | 76 Os | 77 Ir | 78 Pt | 79 Au | 80 Hg | 81 Th | 82 Pb | 83 Bi | 84 Po | 85 At | 86 Rn |
| 7 | 87 Fr | 88 Ra | 89-103 **ακτινίδες | 104 Rf | 105 Db | 106 Sg | 107 Bh | 108 Hs | 109 Mt | 110 Ds | 111 Rg | 112 Uub | | | | | | |

| | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| λανθανίδες | 57 * La | 58 Ce | 59 Pr | 60 Nd | 61 Pm | 62 Sm | 63 Eu | 64 Gd | 65 Tb | 66 Dy | 67 Ho | 68 Er | 69 Tm | 70 Yb | 71 Lu |
| ακτινίδες | 89 ** Ac | 90 Th | 91 Pa | 92 U | 93 Np | 94 Pu | 95 Am | 96 Cm | 97 Bk | 98 Cf | 99 Es | 100 Fm | 101 Md | 102 No | 103 Lr |

## 1.3 Τα μέταλλα και τα αμέταλλα στον περιοδικό πίνακα

Τα χημικά στοιχεία με βάση τις ιδιότητές τους διακρίνονται επίσης σε **μέταλλα** και **αμέταλλα**. Στον περιοδικό πίνακα τα αμέταλλα καταλαμβάνουν την «επάνω δεξιά περιοχή», ενώ τα μέταλλα, που είναι πολύ περισσότερα, καταλαμβάνουν τον υπόλοιπο πίνακα.



## 1.4 Γιατί υπάρχουν χημικά στοιχεία με παρόμοιες ιδιότητες;

Τα άτομα των χημικών στοιχείων αποτελούνται από έναν πυρήνα και τα ηλεκτρόνια που κινούνται γύρω από αυτόν. Τα ηλεκτρόνια ενός ατόμου δεν έχουν όλα την ίδια ενέργεια. Όλα όσα έχουν παραπλήσια ενέργεια κινούνται στον ίδιο χώρο γύρω από τον πυρήνα και θεωρείται ότι δημιουργούν μια «στιβάδα» ηλεκτρονίων. Όσα βρίσκονται πιο κοντά στον πυρήνα, στην πρώτη στιβάδα, έχουν τη λιγότερη ενέργεια, αυτά που βρίσκονται στη δεύτερη στιβάδα έχουν περισσότερη ενέργεια, αυτά που βρίσκονται στην τρίτη ακόμα περισσότερη κτλ.

Οι ιδιότητες των χημικών στοιχείων καθορίζονται από τον τρόπο που είναι κατανεμημένα τα ηλεκτρόνια στις στιβάδες. Τα στοιχεία των οποίων τα άτομα έχουν τον **ίδιο αριθμό ηλεκτρονίων στην εξωτερική στιβάδα**, δηλαδή στην πιο απομακρυσμένη στιβάδα από τον πυρήνα, έχουν παρόμοιες ιδιότητες.

### *Είναι θέμα... Χημείας*

**Το στοιχείο 110**

Το 2001 η IUPAC (International Union of Pure and Applied Chemistry), σχεδόν 6 χρόνια μετά από την πρώτη αναφορά από μια ερευνητική ομάδα με επικεφαλής τον S. Hofman στο Darmstadt της Γερμανίας, επιβεβαίωσε την ανακάλυψη του τεχνητού στοιχείου με ατομικό αριθμό 110. Το στοιχείο τοποθετήθηκε στην 7η περίοδο και 10η ομάδα του περιοδικού πίνακα. Όπως προβλέπουν οι διαδικασίες της IUPAC, τον πρώτο λόγο για το όνομα του νέου στοιχείου είχαν οι επιστήμονες οι οποίοι το ανακάλυψαν. Η ομάδα του Hofman πρότεινε το όνομα Darmstadtium (Ds) προς τιμή της περιοχής στην οποία παρασκευάστηκε. Ελάχιστα άτομα Ds έχουν παραχθεί κατά τη διάρκεια μιας πυρηνικής αντίδρασης σύντηξης πυρήνων ενός ισοτόπου του μολύβδου με ένα ισότοπο του νικελίου. Το Ds δεν υπάρχει καθόλου στο περιβάλλον και η σύντομη ζωή του δε διαρκεί περισσότερο από ένα χιλιοστό του δευτερολέπτου, μια και τα άτομα του στοιχείου διασπώνται αμέσως με εκπομπή ακτινοβολίας α. Οι επιστήμονες προβλέπουν ότι, αν απομονωθεί, θα είναι στερεό με μεταλλική λάμψη ίσως γκρίζα ή ασημένια.

Πηγές: **1.** Χημικά Χρονικά 12/2003, **2.** www.iupac.org/newsl, **3.** www.webelements.com/

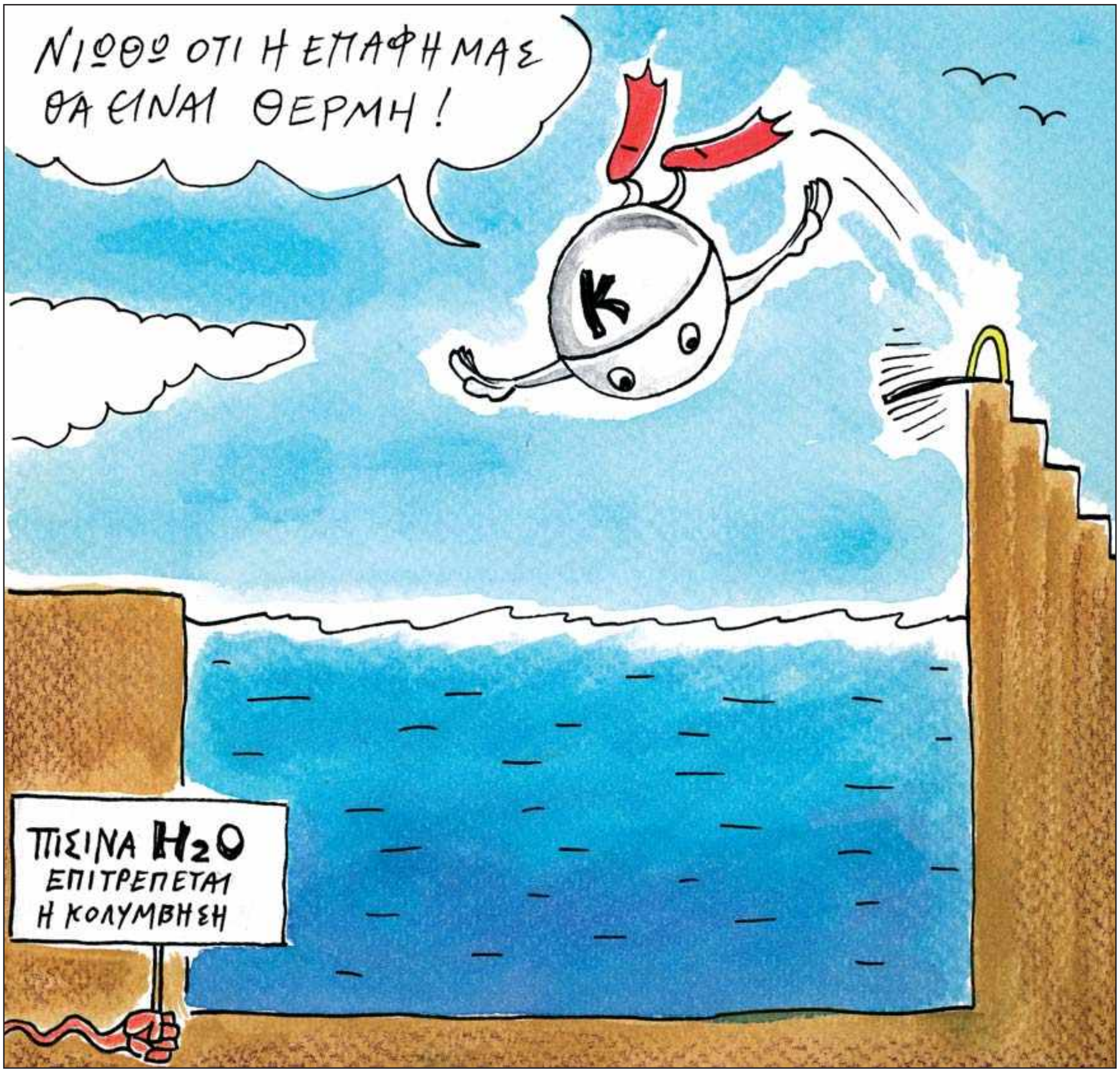
***Δραστηριότητα:*** Μπορείτε να εντοπίσετε στον περιοδικό πίνακα στοιχεία με ονόματα περιοχών, κρατών, πόλεων ή ονόματα επιστημόνων;

### ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ – ΑΣΚΗΣΕΙΣ

| | ΣΤΟΧΟΙ |
|---|---|
| **1.** Να διατυπώσετε το νόμο της περιοδικότητας. | 1 |
| **2.** Ποια ήταν η ανάγκη για την ταξινόμηση των στοιχείων; | 1 |
| **3.** Ποια ομάδα του περιοδικού πίνακα ονομάζεται ομάδα των: **α.** αλκαλίων, **β.** αλκαλικών γαιών, **γ.** αλογόνων και **δ.** ευγενών αερίων; | 2, 3 |
| **4.** Πώς ονομάζονται οι οριζόντιες σειρές και πώς οι κατακόρυφες στήλες στον περιοδικό πίνακα του Mendeleev και στο σύγχρονο περιοδικό πίνακα; | 2 |
| **5.** Πόσες είναι οι περίοδοι και πόσες οι ομάδες στο σύγχρονο περιοδικό πίνακα; | 2 |
| **6.** Σε ποια περιοχή βρίσκονται τα μέταλλα και σε ποια τα αμέταλλα στο σύγχρονο περιοδικό πίνακα; | 4 |
| **7.** Με ποιο κριτήριο κατατάσσονται τα στοιχεία στο σύγχρονο περιοδικό πίνακα; | 1 |

# 2. Τα αλκάλια

Οι λέξεις σόδα και ποτάσα, νάτριο και κάλιο χρησιμοποιούνται συχνά στην καθημερινή μας ζωή. Γνωρίζετε όμως ότι όλες αυτές οι λέξεις σχετίζονται με τις **στάχτες των φυτών**; Η αραβική λέξη για τις στάχτες των φυτών είναι **al qali**, ενώ η επίσης αραβική λέξη **qalaj** σημαίνει καμένος, αποτεφρωμένος. Από τις λέξεις αυτές προέρχεται τόσο η λέξη **αλκάλια** όσο και η λέξη **κάλιο**, το όνομα ενός από τα χημικά στοιχεία που ανήκουν στα αλκάλια.



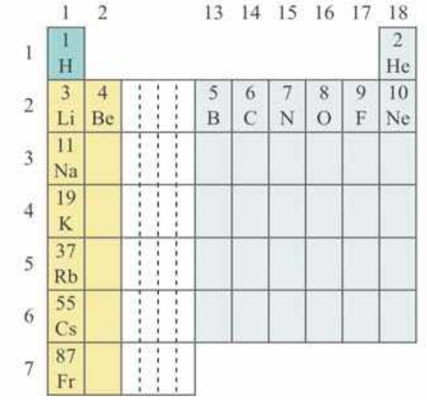

| | |
|---|---|
| **Έννοιες κλειδιά:** | αλκάλια • περιοδικός πίνακας • σημείο τήξης • σημείο πήξης • κατιόν • ηλεκτρόνιο |

**Όταν θα έχετε μελετήσει την ενότητα αυτή, θα μπορείτε:**

1. Να εντοπίζετε τη θέση των αλκαλίων στον περιοδικό πίνακα.
2. Να αναφέρετε ορισμένες κοινές ιδιότητες των αλκαλίων.
3. Να διαπιστώνετε πειραματικά ορισμένες φυσικές και χημικές ιδιότητες του νατρίου και του καλίου.
4. Να γράφετε τις ιοντικές εξισώσεις της αντίδρασης ενός αλκαλίου με το νερό.

## 2.1 Γενικά

Αλκάλια ονομάζονται τα στοιχεία της 1ης ομάδας του περιοδικού πίνακα πλην του υδρογόνου. Τα στοιχεία της ομάδας των αλκαλίων είναι το λίθιο (Li), το νάτριο (Na), το κάλιο (K), το ρουβίδιο (Rb), το καίσιο (Cs) και το φράγκιο (Fr), το οποίο είναι ασταθές τεχνητό στοιχείο και δεν το συναντάμε στη φύση. Όλα τα στοιχεία της ομάδας των αλκαλίων ανήκουν στα μέταλλα και είναι πολύ δραστικά χημικά στοιχεία, γι' αυτό δε συναντώνται ελεύθερα στη φύση, αλλά βρίσκονται μόνο σε χημικές ενώσεις.




## 2.2 Ιδιότητες των αλκαλίων

**ΠΕΙΡΑΜΑ επίδειξης** **Διαπιστώνουμε μερικές από τις ιδιότητες των αλκαλίων με τη βοήθεια του νατρίου.**

Τι θα κάνουμε

**1.** Από το νάτριο που φυλάσσεται σε δοχείο με πετρέλαιο κόβουμε με το μαχαίρι ένα κομμάτι σε μέγεθος φακής.

**2.** Σε ένα ποτήρι ζέσης των 500 mL, που περιέχει απιονισμένο νερό μέχρι τα 3/4 του ύψους του, προσθέτουμε λίγες σταγόνες από το δείκτη φαινολοφθαλεΐνη και με τη βοήθεια της λαβίδας ρίχνουμε το κομμάτι του νατρίου.

**α.** Ποιο συμπέρασμα προκύπτει για τη σκληρότητα του νατρίου;

**β.** Τι χρώμα έχει το νάτριο στην πρόσφατη τομή;

**γ.** Ποιο συμπέρασμα προκύπτει για την πυκνότητα του νατρίου;

**δ.** Τι χρώμα αποκτά το διάλυμα που σχηματίστηκε;

- Το Na είναι **μαλακό** και **μπορεί να κοπεί** εύκολα με μαχαίρι.
- **Έχει αργυρόλευκη μεταλλική λάμψη**.
- **Έχει μικρή πυκνότητα**, είναι ελαφρύτερο από το νερό.
- **Αντιδρά με το νερό**, οπότε σχηματίζονται κατιόντα νατρίου, ανιόντα υδροξειδίου ($OH^-$) και εκλύεται υδρογόνο, σύμφωνα με τη χημική εξίσωση:

$$2Na(s) + 2H_2O(l) \rightarrow 2Na^+(aq) + 2OH^-(aq) + H_2(g)$$

Το διάλυμα που περιέχει σταγόνες φαινολοφθαλεΐνης αποκτά ερυθροϊώδες χρώμα, γιατί παράγονται ανιόντα $OH^-$. Ανάλογες με τις ιδιότητες του νατρίου είναι και οι ιδιότητες των υπόλοιπων αλκαλίων.

Έτσι τα αλκάλια:

- **Είναι μαλακά** και μπορούν εύκολα να κοπούν με το μαχαίρι.
- **Έχουν γενικά μικρή πυκνότητα**. Το λίθιο, το νάτριο και το κάλιο είναι ελαφρύτερα από το νερό.

## Τα αλκάλια

- **Έχουν χαμηλά σημεία τήξης**, γι' αυτό χαρακτηρίζονται εύτηκτα μέταλλα.
- **Οξειδώνονται** εύκολα από το οξυγόνο του αέρα, γι' αυτό φυλάσσονται σε δοχεία με πετρέλαιο.
- Το λίθιο αντιδρά ήπια με το νερό, το νάτριο πιο δραστικά, ενώ η αντίδραση του καλίου με το νερό είναι βίαιη. Κατά την αντίδρασή τους με το νερό σχηματίζονται κατιόντα αλκαλίου, ανιόντα υδροξειδίου ($OH^-$) και εκλύεται υδρογόνο. Το διάλυμα που περιέχει σταγόνες φαινολοφθαλεΐνης αποκτά ερυθροϊώδες χρώμα, γιατί παράγονται ανιόντα $OH^-$, τα οποία καθιστούν το διάλυμα βασικό.

Τα αλκάλια έχουν στην εξωτερική τους στιβάδα 1 ηλεκτρόνιο, το οποίο μπορεί εύκολα να αποσπαστεί από το άτομο. Έτσι προκύπτει ένα θετικά φορτισμένο ιόν με φορτίο +1.

$$Na^0 \rightarrow Na^+ + 1e$$

**Πίνακας 1: Οι φυσικές ιδιότητες των αλκαλίων**

| χημικό στοιχείο | σύμβολο | ατομικός αριθμός | φυσική κατάσταση | πυκνότητα σε g/mL στους 20°C | σημείο τήξης (°C) | σημείο βρασμού (°C) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| λίθιο | Li | 3 | στερεό | 0,53 | 180,5 | 1342 |
| νάτριο | Na | 11 | στερεό | 0,97 | 97,8 | 890 |
| κάλιο | K | 19 | στερεό | 0,86 | 63,6 | 754 |
| ρουβίδιο | Rb | 37 | στερεό | 1,53 | 38,9 | 688 |
| καίσιο | Cs | 55 | στερεό | 1,88 | 28,5 | 690 |

Αν στον παραπάνω πίνακα παρατηρήσουμε τα σημεία τήξης, τα σημεία βρασμού και τις πυκνότητες, θα διαπιστώσουμε ότι, καθώς αυξάνεται ο ατομικός αριθμός, οι φυσικές ιδιότητες των στοιχείων μιας ομάδας παρουσιάζουν βαθμιαία μεταβολή.

### ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ – ΑΣΚΗΣΕΙΣ

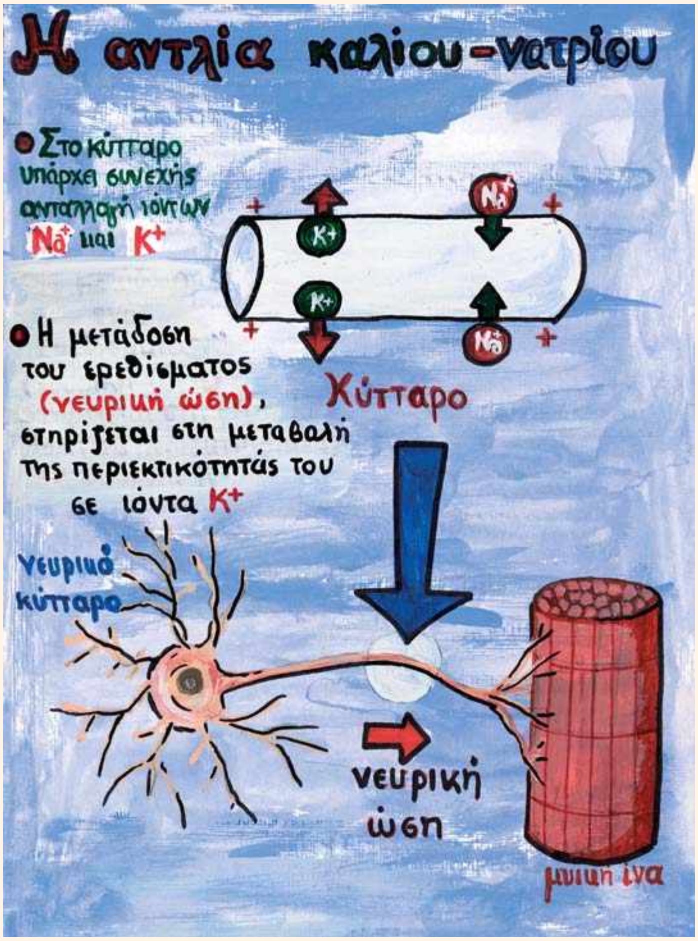
| | ΣΤΟΧΟΙ |
|---|---|
| **1.** Ποια στοιχεία ονομάζονται αλκάλια; | 1 |
| **2.** Να αναφέρετε τις φυσικές και χημικές ιδιότητες των αλκαλίων. | 2 |
| **3.** Ρίχνετε με προσοχή ένα μικρό κομμάτι νατρίου σε νερό.<br>**α.** Να γράψετε τη χημική εξίσωση της αντίδρασης που θα πραγματοποιηθεί.<br>**β.** Το διάλυμα που θα προκύψει από την προηγούμενη αντίδραση θα είναι όξινο, βασικό ή ουδέτερο; | 4 |
| **4.** Το νάτριο φυλάσσεται σε δοχείο με πετρέλαιο. Γιατί προστατεύεται με αυτό τον τρόπο; | 2, 3 |

## ΑΛΚΑΛΙΑ ΚΑΙ ΑΝΘΡΩΠΙΝΟΣ ΟΡΓΑΝΙΣΜΟΣ

Κάθε κύτταρο περιβάλλεται από μια μεμβράνη η οποία ονομάζεται πλασματική μεμβράνη. Αυτή επιτρέπει την επικοινωνία του εσωτερικού του κυττάρου με τον εξωτερικό του χώρο, ελέγχοντας «τι μπαίνει» στο κύτταρο και «τι βγαίνει» από αυτό.

Ένα από τα συστατικά της πλασματικής μεμβράνης είναι μια ειδική πρωτεΐνη, η οποία παίζει το ρόλο της «αντλίας» ιόντων νατρίου και καλίου. Η «αντλία» αυτή διασφαλίζει να γίνεται η ανταλλαγή των ιόντων με τέτοιο ρυθμό, ώστε η περιεκτικότητα σε ιόντα καλίου στο εσωτερικό του νευρικού κυττάρου να είναι πολύ μεγαλύτερη από ό,τι στον εξωτερικό χώρο και, αντιθέτως, η περιεκτικότητα σε ιόντα νατρίου να είναι πολύ μικρότερη.

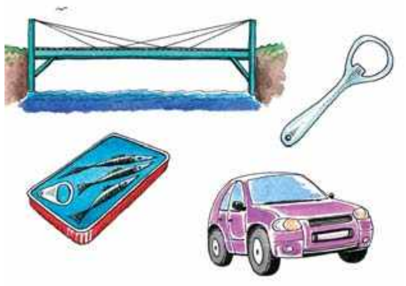
Ο μηχανισμός με τον οποίο ένα νευρικό κύτταρο δέχεται και μεταδίδει ερεθίσματα στηρίζεται ακριβώς στη διαφορετική περιεκτικότητα ιόντων καλίου ανάμεσα στον εσωτερικό και στον εξωτερικό χώρο. Αν ο εσωτερικός και ο εξωτερικός χώρος ενός νευρικού κυττάρου έχουν την ίδια περιεκτικότητα σε ιόντα καλίου, τότε αυτό το κύτταρο δεν μπορεί ούτε να δεχτεί ούτε να μεταδώσει ερεθίσματα. Τα τοπικά αναισθητικά, λοιπόν, κάνουν αυτό ακριβώς: παρεμποδίζουν προσωρινά τους μηχανισμούς με τους οποίους εξασφαλίζεται η διαφορετική περιεκτικότητα σε ιόντα καλίου μέσα και έξω από το κύτταρο και έτσι το κύτταρο «ναρκώνεται».




***Δραστηριότητα:*** Να συγκεντρώσετε πληροφορίες για τη λειτουργία των νευρικών κυττάρων και τη μετάδοση των ερεθισμάτων.

http://www.emc.maricopa.edu/faculty/farabell/BIOBK/BIOBOOK/NERV.html

# 3. Μερικές ιδιότητες και χρήσεις των μετάλλων



Η προϊστορία και η ιστορία του ανθρώπου σηματοδοτήθηκαν από τη χρήση των υλικών. Ανάμεσα στον άνθρωπο και τα υλικά αναπτύχθηκε μια σχέση αμφίδρομης εξέλιξης.

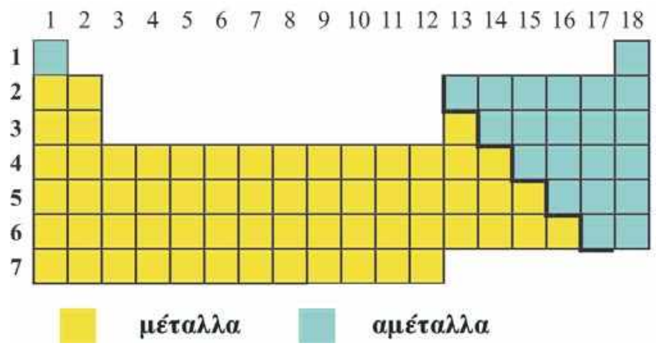
Τον προϊστορικό άνθρωπο, που χρησιμοποιούσε την πέτρα ως μοναδικό υλικό για την κατασκευή εργαλείων και όπλων κατά την παλαιολιθική και νεολιθική εποχή, διαδέχθηκε ο άνθρωπος που ανακάλυψε πως η ζωή του θα γινόταν πιο εύκολη με τη χρήση των μετάλλων. Η «Εποχή του χαλκού» και η «Εποχή του σιδήρου» που ακολούθησε σήμαναν την αυγή του **πολιτισμού**, όπως τον ξέρουμε σήμερα.

**Έννοιες κλειδιά:** απλή αντικατάσταση • δραστικότητα • κράματα • μέταλλα • οξύ • περιοδικός πίνακας

**Όταν θα έχετε μελετήσει την ενότητα αυτή, θα μπορείτε:**

1. Να επισημαίνετε τη θέση των μετάλλων στον περιοδικό πίνακα των στοιχείων.
2. Να αναφέρετε τις βασικές φυσικές ιδιότητες των μετάλλων.
3. Να προβλέπετε τα προϊόντα που παράγονται όταν ένα μέταλλο προστίθεται σε αραιό διάλυμα οξέος ή σε διάλυμα άλατος ενός άλλου μετάλλου.
4. Να γράφετε τις ιοντικές εξισώσεις των παραπάνω αντιδράσεων.
5. Να διαπιστώνετε τη διαφορά δραστικότητας μεταξύ δύο μετάλλων.
6. Να συσχετίζετε τη χρήση των μετάλλων και των κραμάτων με τις κατάλληλες κατά περίπτωση ιδιότητες.

## 3.1 Μέταλλα και αμέταλλα




Τα μέταλλα βρίσκονται στο αριστερό τμήμα του περιοδικού πίνακα. Είναι μη ανανεώσιμοι φυσικοί πόροι και βρίσκονται στο στερεό φλοιό της Γης, συνήθως με τη μορφή ενώσεων με οξυγόνο ή θείο. Τα μέταλλα που δεν είναι δραστικά, όπως ο άργυρος και ο χρυσός, βρίσκονται σε ελεύθερη κατάσταση ως αυτοφυή.

**ΠΕΙΡΑΜΑ** **Διαπιστώνουμε μερικές ιδιότητες των μετάλλων.**

**Τι θα κάνουμε**

**1.** Παίρνουμε σύρματα ή λεπτά φύλλα από ψευδάργυρο, άργυρο, αργίλιο (αλουμίνιο), χαλκό.

- **α.** Ποια είναι η φυσική τους κατάσταση σε θερμοκρασία περιβάλλοντος;
- **β.** Τι χρώμα έχουν;

**2.** Με ένα κερί θερμαίνουμε το ένα άκρο των μετάλλων και αγγίζουμε το άλλο άκρο.

### Παρατηρούμε:

Τα μέταλλα είναι **στερεά** σώματα, με εξαίρεση τον υδράργυρο που είναι υγρός. Έχουν γενικά **αργυρόλευκο χρώμα** (εκτός από το χρυσό που είναι κιτρινωπός και το χαλκό που έχει κόκκινη απόχρωση) και **«μεταλλική» λάμψη** και είναι καλοί αγωγοί της θερμότητας. Παρουσιάζουν ακόμη ένα σύνολο κοινών χαρακτηριστικών ιδιοτήτων, οι οποίες δίνονται στον Πίνακα 2.

| Πίνακας 2: Ιδιότητες μετάλλων |
| --- |
| **1.** Έχουν μεγάλες πυκνότητες. |
| **2.** Έχουν υψηλά σημεία τήξης. |
| **3.** Έχουν υψηλά σημεία βρασμού. |
| **4.** Είναι καλοί αγωγοί της θερμότητας. |
| **5.** Είναι καλοί αγωγοί του ηλεκτρισμού. |
| **6.** Είναι ελατά, δηλαδή μπορούν να δώσουν ελάσματα. |
| **7.** Είναι όλκιμα, δηλαδή μπορούν να δώσουν σύρματα. |

Όλοι οι κανόνες έχουν τις εξαιρέσεις τους. Έτσι υπάρχουν μέταλλα με πολύ μικρές πυκνότητες, όπως το λίθιο, το νάτριο και το κάλιο, και μέταλλα με σχετικά χαμηλά σημεία τήξης και βρασμού, όπως ο υδράργυρος που είναι υγρός.

**Ομοιότητα – διαφορά**

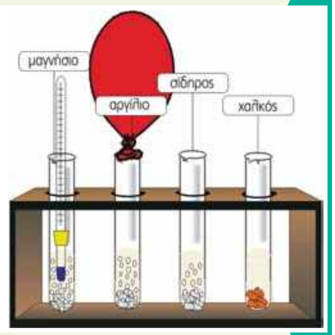
Στη βάση των κοινών χαρακτηριστικών-ομοιοτήτων στη ζωή αλλά και στην επιστήμη συγκροτούνται ομάδες. Για παράδειγμα, οι κοινές ιδιότητες χαρακτηρίζουν μια σειρά από στοιχεία ως μέταλλα, η ιδιότητα ορισμένων ζώων να θηλάζουν τα μικρά τους τα χαρακτηρίζει ως θηλαστικά και ορισμένων φυτών να ρίχνουν τα φύλλα τους το χειμώνα τα χαρακτηρίζει ως φυλλοβόλα. Ακόμη όμως και σε οικονομικό-πολιτικό επίπεδο οι χώρες με βάση κυρίως το κατά κεφαλήν εισόδημα χωρίζονται σε χώρες του αναπτυγμένου, του αναπτυσσόμενου και του τρίτου κόσμου.

## 3.2 Οι αντιδράσεις των μετάλλων με αραιά διαλύματα οξέων

**ΠΕΙΡΑΜΑ** **Διαπιστώνουμε τη διαφορά δραστικότητας μεταξύ μαγνησίου, αργιλίου, σιδήρου, χαλκού και υδρογόνου.**

Τι θα κάνουμε

Σε τέσσερις δοκιμαστικούς σωλήνες αριθμημένους από το 1 έως το 4 που περιέχουν διάλυμα υδροχλωρίου, προσθέτουμε ρινίσματα μαγνησίου στον πρώτο, αργιλίου στο δεύτερο, σιδήρου στον τρίτο και χαλκού στον τέταρτο. Στο στόμιο του δεύτερου δοκιμαστικού σωλήνα προσαρμόζουμε ένα μπαλόνι.




**α.** Ποια σωματίδια υπάρχουν στο διάλυμα HCl;
**β.** Τι παρατηρούμε σε κάθε δοκιμαστικό σωλήνα;
**γ.** Είναι ίδια η ένταση του φαινομένου σε όλους τους σωλήνες;

- Στα διαλύματα HCl υπάρχουν ιόντα $H^+(aq)$ και $Cl^-(aq)$.

$$HCl(g) \xrightarrow{H_2O} H^+(aq) + Cl^-(aq)$$

- Με την προσθήκη ρινισμάτων μαγνησίου, αργιλίου και σιδήρου στα διαλύματα 1, 2 και 3 αντίστοιχα, παρατηρούμε να παράγονται φυσαλίδες και συγχρόνως το μπαλόνι στο 2ο σωλήνα φουσκώνει, ενώ στο διάλυμα 4 το οποίο περιέχει χαλκό δεν παρατηρείται κανένα φαινόμενο. Το μαγνήσιο, το αργίλιο και ο σίδηρος αντιδρούν με τα κατιόντα υδρογόνου, $H^+(aq)$, που έχουν παραχθεί από τη διάλυση του υδροχλωρίου στο νερό.

Με αυτό τον τρόπο τα κατιόντα υδρογόνου, $H^+(aq)$, του διαλύματος αντικαθίστανται από ιόντα $Mg^{2+}(aq)$, $Al^{3+}(aq)$ και $Fe^{+2}(aq)$ αντίστοιχα. Από την αντίδραση παράγονται μόρια υδρογόνου, $H_2(g)$, το οποίο φεύγει από το διάλυμα με τη μορφή φυσαλίδων και ασκώντας πιέσεις στα τοιχώματα του μπαλονιού το φουσκώνει. Ταυτόχρονα ο δοκιμαστικός σωλήνας θερμαίνεται, γιατί η αντίδραση είναι **εξώθερμη**. Οι ιοντικές εξισώσεις οι οποίες περιγράφουν τα φαινόμενα είναι:

$$Mg(s) + 2H^+(aq) \rightarrow Mg^{2+}(aq) + H_2(g)$$

$$2Al(s) + 6H^+(aq) \rightarrow 2Al^{3+}(aq) + 3H_2(g)$$

$$Fe(s) + 2H^+(aq) \rightarrow Fe^{2+}(aq) + H_2(g)$$

Με παρόμοιο τρόπο τα μέταλλα αυτά αντιδρούν και με αραιό διάλυμα θειικού οξέος, ενώ ο χαλκός δεν αντιδρά με διάλυμα HCl ή αραιό διάλυμα $H_2SO_4$.

- Η αντίδραση δεν πραγματοποιείται με την ίδια ένταση σε όλους τους δοκιμαστικούς σωλήνες. Η παραγωγή φυσαλίδων στο δοκιμαστικό σωλήνα, ο οποίος περιέχει το μαγνήσιο, αλλά και η άνοδος της θερμοκρασίας του είναι πιο έντονη από ό,τι στο σωλήνα του αργιλίου και αυτή πιο έντονη από ό,τι στο σωλήνα του σιδήρου.

**Συμπέρασμα:** Το μαγνήσιο είναι πιο δραστικό από το αργίλιο και αυτό από το σίδηρο. Τα τρία αυτά μέταλλα είναι πιο δραστικά από το υδρογόνο. Λιγότερο δραστικός από το υδρογόνο είναι ο χαλκός ο οποίος δεν αντιδρά με τα $H^+(aq)$. Η διάταξη των πέντε αυτών στοιχείων κατά σειρά ελαττωμένης δραστικότητας είναι:

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Mg | Al | Fe | $H_2$ | Cu |

Οι προηγούμενες αντιδράσεις ονομάζονται αντιδράσεις **απλής αντικατάστασης**.

## 3.3 Η απλή αντικατάσταση

**Αντιδράσεις απλής αντικατάστασης ονομάζονται αυτές στις οποίες ένα μέταλλο αντικαθιστά κατιόντα υδρογόνου, $H^+(aq)$, σε ορισμένα διαλύματα οξέων ή τα ιόντα ενός άλλου μετάλλου λιγότερο δραστικού από αυτό σε διαλύματά του.**

- Πώς όμως ένα μέταλλο αντικαθιστά ένα άλλο σε μια ένωσή του;

**ΠΕΙΡΑΜΑ** **Διαπιστώνουμε τη διαφορά δραστικότητας μεταξύ σιδήρου και χαλκού.**

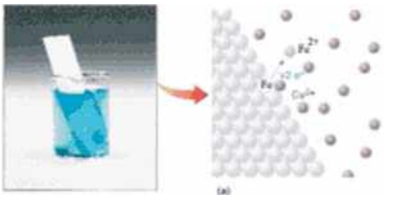
**Τι θα κάνουμε**

Προσθέτουμε σε ένα ποτήρι ζέσης των 100 mL μέχρι τη μέση διάλυμα θειικού χαλκού, $CuSO_4$, και βάζουμε ένα σιδερένιο καρφί έτσι, ώστε ένα μέρος του να εξέχει του διαλύματος.

**α.** Τι χρώμα έχει το διάλυμα του θειικού χαλκού;
**β.** Τι παρατηρούμε μετά από 3 περίπου λεπτά:
 **i.** στο τμήμα του καρφιού που είναι βυθισμένο στο διάλυμα;
 **ii.** στο χρώμα του διαλύματος;

- Το διάλυμα θειικού χαλκού, $CuSO_4(aq)$, είναι μπλε, διότι περιέχει ιόντα $Cu^{2+}(aq)$ τα οποία προκύπτουν κατά τη διάλυση του $CuSO_4(s)$ στο νερό, σύμφωνα με την εξίσωση:

$$CuSO_4(s) \xrightarrow{H_2O} Cu^{2+}(aq) + SO_4^{2-}(aq)$$



- Το τμήμα του σιδερένιου καρφιού που είναι βυθισμένο στο διάλυμα αποκτά ένα καστανοκόκκινο χρώμα, γιατί επιχαλκώνεται εξωτερικά, ενώ το διάλυμα αποκτά μια πράσινη απόχρωση.

Οι αλλαγές αυτές οφείλονται στο γεγονός ότι τα ιόντα $Cu^{2+}(aq)$ αντικαθίστανται από ιόντα $Fe^{2+}(aq)$ σύμφωνα με την εξίσωση:

$$Fe(s) + Cu^{2+}(aq) \xrightarrow{H_2O} Fe^{2+}(aq) + Cu(s)$$

Τα άτομα χαλκού (Cu) που παράγονται επικάθονται στο σιδερένιο καρφί και το επιχαλκώνουν. Καθώς στο διάλυμα λιγοστεύουν συνεχώς τα ιόντα χαλκού και αυξάνονται τα ιόντα σιδήρου, το αρχικό μπλε χρώμα του μετατρέπεται σιγά-σιγά σε πρασινωπό, που οφείλεται στα ιόντα $Fe^{2+}(aq)$. Η πραγματοποίηση της αντίδρασης απλής αντικατάστασης μας οδηγεί στο συμπέρασμα ότι ο σίδηρος είναι δραστικότερο μέταλλο από το χαλκό.

Έχουμε ήδη δει τη σειρά δραστικότητας πέντε στοιχείων. Με τη βοήθεια ανάλογων πειραμάτων, τα μέταλλα μαζί με το υδρογόνο διατάχτηκαν σε μια σειρά δραστικότητας, η οποία ονομάζεται **ηλεκτροχημική σειρά των μετάλλων**.

Συμβολικά τα δραστικότερα μέταλλα σημειώνονται με μεγαλύτερα γράμματα.

- Πότε όμως μπορεί να πραγματοποιηθεί μια αντίδραση απλής αντικατάστασης; Κάθε μέταλλο μπορεί να αντικαταστήσει σε ένα διάλυμα με μια αντίδραση απλής αντικατάστασης:

**α.** τα ιόντα των μετάλλων που είναι λιγότερο δραστικά από αυτό

**β.** τα κατιόντα υδρογόνου σε ορισμένα διαλύματα οξέων, εφόσον το μέταλλο είναι δραστικότερο από το υδρογόνο.

Έτσι, η αντίδραση **$Cu(s) + 2Ag^+(aq) \rightarrow Cu^{2+}(aq) + 2Ag(s)$** πραγματοποιείται, επειδή ο χαλκός είναι πιο δραστικός από τον άργυρο, ενώ η αντίδραση **$Ag(s) + H^+(aq) \rightarrow$ --------** δεν πραγματοποιείται, επειδή ο άργυρος είναι λιγότερο δραστικός από το υδρογόνο.

## 3.4 Τα κράματα

Αν ένα σιδερένιο καρφί και ένα ατσάλινο κουταλάκι μείνουν έξω στο μπαλκόνι για μερικές εβδομάδες, το καρφί θα σκουριάσει, γιατί αντιδρά με το οξυγόνο του αέρα, ενώ το κουταλάκι πρακτικά δε θα αλλοιωθεί. Αναρωτηθήκατε γιατί; Το καρφί είναι κατασκευασμένο από (περίπου) καθαρό σίδηρο, ενώ το κουταλάκι από ατσάλι, ένα μείγμα σιδήρου με άνθρακα, το οποίο είναι ένα κράμα.

Από τη 2η χιλιετία π.Χ. οι άνθρωποι άρχισαν να κατασκευάζουν νέα υλικά με καλύτερες ιδιότητες, τα κράματα, με ανάμειξη και κατάλληλη επεξεργασία διαφόρων μετάλλων. Ένα από τα πρώτα κράματα που χρησιμοποίησαν είναι ο **μπρούντζος**, που είναι μείγμα χαλκού και κασσίτερου.

**Κράματα είναι τα υλικά που αποτελούνται από δύο ή περισσότερα στοιχεία, από τα οποία το ένα τουλάχιστον είναι μέταλλο, και εμφανίζουν τις ιδιότητες των μετάλλων.**

Σήμερα σπάνια κατασκευάζονται αντικείμενα από καθαρά μέταλλα. Με την κατάλληλη ανάμειξη δημιουργούμε υλικά με επιθυμητές ιδιότητες, όπως μεγάλη σκληρότητα, αντοχή στη διάβρωση και στη σκουριά, ιδιαίτερη μαγνητική και ηλεκτρική συμπεριφορά κτλ.

Για παράδειγμα, ο **ορείχαλκος**, κράμα χαλκού και ψευδαργύρου, είναι πιο σκληρός τόσο από τον καθαρό χαλκό όσο και από τον καθαρό ψευδάργυρο. Ο **χάλυβας** (ατσάλι), κράμα σιδήρου-άνθρακα, είναι πιο σκληρός και ανθεκτικός από το σίδηρο. Συνήθως περιέχει σε μικρά ποσοστά και άλλα μέταλλα, όπως το χρώμιο που τον μετατρέπει σε ανοξείδωτο και το νικέλιο που τον καθιστά ελατό και όλκιμο. Χρησιμοποιείται, κυρίως, ως δομικό υλικό στην κατασκευή κτιρίων, γεφυρών κ.α. Στην αεροναυπηγική, αλλά και στην κατασκευή παραθυρόφυλλων χρησιμοποιούνται κράματα του αλουμινίου, τα οποία είναι ελαφριά, σκληρά και δε σκουριάζουν, αλλά είναι πολύ πιο ακριβά από το ατσάλι.

**Χάλυβας – Ιστορικά στοιχεία**

Ο Χάλυψ είναι μυθολογικό πρόσωπο, γιος του Άρη και ιδρυτής του σκυθικού λαού των Χαλύβων, οι οποίοι κατοικούσαν στον Πόντο, και πιστεύεται ότι είναι οι πρώτοι οι οποίοι επεξεργάστηκαν το σίδηρο και δημιούργησαν «βιομηχανία». Ήταν εκπληκτικοί μεταλλουργοί και εξόρυξαν σίδηρο, άργυρο και χαλκό από τα πολυάριθμα μεταλλεία της χώρας τους, τα οποία ήταν σε λειτουργία μέχρι και τον 20ό αιώνα.

**Πίνακας 3: Ορισμένα κράματα**

| ονομασία κράματος | συστατικά | χρήσεις |
|---|---|---|
| ντουραλουμίνιο | Al - Cu - Mg - Mn | αεροναυπηγική |
| χάλυβας | Fe με 0,2 - 1,8% w/w άνθρακα | ελατήρια, ρουλεμάν |
| μπρούντζος | Cu - Sn | αγάλματα, καμπάνες |
| ορείχαλκος | Cu - Zn | αγάλματα |
| οδοντιατρικό αμάλγαμα | Hg - Ag - Sn - Zn | οδοντιατρική |

## *Είναι θέμα... Χημείας*

*Οικογένεια Αλχημιστών*

### Αλχημιστές: ήταν άραγε μάγοι ή επιστήμονες μιας άλλης εποχής;

Η Χημεία, η επιστήμη της ύλης και των μεταβολών της, πέρασε από πολλά διαφορετικά στάδια. Η μεγαλύτερη όμως χρονική περίοδος μελέτης των ιδιοτήτων της ύλης είναι αυτή της Αλχημείας. Η λέξη Αλχημεία είναι αραβική ή ελληνοαραβική. Ορισμένοι υποστηρίζουν ότι η λέξη προέρχεται από το αραβικό άρθρο «αλ» και την ελληνική λέξη «χυμός», ενώ άλλοι από την αραβική ρίζα «Khem» (χεμ) που σημαίνει μαύρη γη, δηλαδή εύφορη γη.

Στην Αλεξάνδρεια της Αιγύπτου, σημείο συνάντησης των ελληνικών, αιγυπτιακών και ανατολικών παραδόσεων, συγκεντρώθηκαν οι πρακτικές γνώσεις αιώνων και γεννήθηκε ένα σύνολο τεχνικών συνταγών με κύριο σκοπό τη μετατροπή κοινών μετάλλων σε άλλα πολύτιμα, όπως άργυρο και χρυσό. Αυτοί που ασκούσαν αυτές τις τεχνικές, οι Αλχημιστές, τις περιέβαλλαν με μυστικότητα και χρησιμοποιούσαν αλληγορική γλώσσα. Η πίστη και η εμμονή των Αλχημιστών στο στόχο τους είχε ως αφετηρία τη φιλοσοφική άποψη του Αριστοτέλη για την προέλευση της ύλης σύμφωνα με την οποία όλα τα υλικά σώματα προέρχονται από μια *πρωταρχική ουσία*. Οι Αλχημιστές πίστεψαν ότι είναι δυνατή η μετατροπή ενός χημικού στοιχείου σε άλλο, αρκεί να βρεθεί το κατάλληλο μέσο μεταστοιχείωσης, η *φιλοσοφική λίθος*. Παράλληλα, όμως, πίστευαν ότι θα εξασφάλιζαν στον άνθρωπο την αθανασία, ανακαλύπτοντας μια ουσία που θα θεράπευε όλες τις ασθένειες, το *ελιξίριο της ζωής*.

Η Χημεία οφείλει πολλά στους Αλχημιστές. Σ' αυτούς αποδίδεται η πρωταρχική ιδέα του χημικού συμβολισμού, η ανακάλυψη αρκετών χημικών στοιχείων, η απομόνωση και η μελέτη πολλών χημικών ενώσεων και η παρασκευή αρκετών κραμάτων. Η μεγαλύτερη, όμως, παρακαταθήκη τους στη σύγχρονη επιστήμη είναι οι εργαστηριακές τεχνικές που ανέπτυξαν, οι οποίες είναι πρόδρομες των σημερινών τεχνικών.

Τι ήταν όμως τελικά οι Αλχημιστές; Μάγοι, φιλόσοφοι, πρώιμοι επιστήμονες ή παθιασμένοι κυνηγοί του πλούτου και της αθανασίας; Ασφαλώς η απάντηση δεν μπορεί να είναι μία, γιατί στη μακρόχρονη πορεία της η Αλχημεία πέρασε από πολλά και ποικίλα στάδια. Η ουτοπική επιδίωξη των Αλχημιστών να μετατρέψουν στοιχεία σε άλλα στοιχεία σήμερα μπορεί να πραγματοποιηθεί με τη διαδικασία της μεταστοιχείωσης. Η πρώτη μεταστοιχείωση πραγματοποιήθηκε από το Rutherford το 1919. Η μεταστοιχείωση, όμως, είναι πολυδάπανη μέθοδος και δε χρησιμοποιείται για την παραγωγή πολύτιμων μετάλλων.

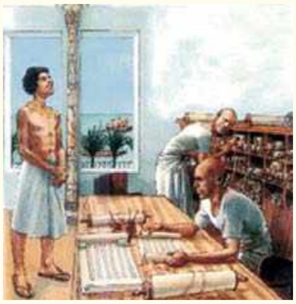
## ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ – ΑΣΚΗΣΕΙΣ

| | ΣΤΟΧΟΙ |
|---|---|
| **1.** Ποιες είναι οι χαρακτηριστικές ιδιότητες των μετάλλων; | 2 |
| **2.** Ποια μέταλλα αντιδρούν με διάλυμα υδροχλωρίου; | 3 |
| **3.** Ποια από τις δύο αντιδράσεις πραγματοποιείται;<br>$Zn + Cu^{2+} \rightarrow Zn^{2+} + Cu$<br>$Cu + Zn^{2+} \rightarrow Zn + Cu^{2+}$<br>Να δικαιολογήσετε την απάντησή σας. | 3, 4 |
| **4.** Τι θα συμβεί αν σε διάλυμα θειικού χαλκού βάλετε ένα σιδερένιο κουταλάκι και τι αν αυτό είναι ασημένιο; Να γράψετε την ιοντική εξίσωση της αντίδρασης η οποία δικαιολογεί την απάντησή σας. | 3, 4 |
| **5.** Γιατί οι άνθρωποι στους αρχαίους πολιτισμούς κατασκεύαζαν κοσμήματα από χρυσό και άργυρο και όχι από σίδηρο; | 3 |
| **6.** Σε τι δοχείο, αλουμινένιο ή χάλκινο, θα αποθηκεύατε ένα διάλυμα $ZnSO_4$; | 3, 4 |
| **7.** Για ποιο λόγο κατασκευάζονται κράματα; Να αναφέρετε δύο κράματα με σημαντικό τεχνολογικό και οικονομικό ενδιαφέρον. | 6 |

## Μερικές ιδιότητες και χρήσεις των μετάλλων

### ΣΤΗΝ ΑΥΓΗ ΤΟΥ ΠΟΛΙΤΙΣΜΟΥ

Η πρόοδος της ανθρωπότητας είναι κατά μεγάλο μέρος συνδεδεμένη με την ανακάλυψη και χρησιμοποίηση των μετάλλων. Από τους πρωτόγονους *πολιτισμούς* του λίθου και του ξύλου η ανθρωπότητα πέρασε προοδευτικά στον *πολιτισμό* του χαλκού, του ορείχαλκου και του σιδήρου. Ο σημερινός πολιτισμός θα μπορούσε να χαρακτηριστεί ως πολιτισμός του χάλυβα και των κραμάτων.



#### Η Εποχή του χαλκού

Η Εποχή του χαλκού πρακτικά δεν αναφέρεται στη χρήση του καθαρού χαλκού, αλλά των κραμάτων του, δηλαδή του ορείχαλκου και του μπρούντζου. Στην Αίγυπτο, στην εγγύς Ανατολή και στον ελλαδικό χώρο ο χαλκός και τα κράματά του χρησιμοποιήθηκαν από τα τέλη της 4ης χιλιετίας π.Χ. και η χρήση τους συνέπεσε χρονικά με μεγάλες μεταβολές, όπως η ίδρυση των πρώτων πόλεων και δυναστειών και η εφεύρεση της γραφής.

Η Εποχή του χαλκού σηματοδότησε την έναρξη της Ιστορίας. Στις αρχές της οι πολιτισμοί της Μεσοποταμίας, της Αιγύπτου, της κοιλάδας του Ινδού ποταμού, της Κίνας, ο Μινωικός και ο Μυκηναϊκός πολιτισμός γνώρισαν λαμπρή άνθηση. Για την ηπειρωτική Ευρώπη και τη δυτική Μεσόγειο η Εποχή του χαλκού διαρκεί από το 1800 π.Χ. έως το 900 π.Χ. Κατά τη διάρκειά της υπήρξε τοπική ανάπτυξη των μεταλλουργικών τεχνικών στη λεκάνη Δούναβη-Καρπαθίων και στην Ισπανία. Χαρακτηριστικό προϊόν αυτής της περιόδου είναι το «κωδωνοειδές αγγείο».

*Η χρήση του χαλκού σηματοδότησε σημαντικές κοινωνικές μεταβολές.* Οι νομάδες κτηνοτρόφοι της προηγούμενης περιόδου εγκαταστάθηκαν μόνιμα και μεταβλήθηκαν σε φυλή πολεμιστών, η οποία επιβλήθηκε στους γεωργικούς πληθυσμούς. Οι πολέμαρχοι αυτοί ήταν οι κύριοι αγοραστές χάλκινων όπλων και κοσμημάτων. Την εποχή αυτή διαδόθηκε η χρήση της λόγχης ως πολεμικού όπλου και σε ορισμένες περιπτώσεις άρχισε η λατρεία του πέλεκη. Εφευρέθηκε η πόρπη και η κεντρική Ευρώπη επιδόθηκε στην τέχνη της σφυρηλάτησης των μετάλλων. Οι χώρες οι οποίες βρέθηκαν στον εμπορικό δρόμο του χαλκού και του κασσίτερου ωφελήθηκαν.

Με το εμπόριο του χαλκού και των προϊόντων του παρατηρήθηκε διάδοση πολιτισμών και θρησκευτικών εθίμων, αλλά και μεγάλες μεταναστεύσεις λαών. Από την εκτεταμένη *πολιτιστική αλληλεπίδραση* και την ένταση των επαφών με την Ανατολή, η ευρωπαϊκή μεταλλουργία στα τέλη της Εποχής του χαλκού γνώρισε εξαιρετική άνθηση. Κατασκευάστηκαν νέα όπλα και εργαλεία που επέτρεψαν να αναπτυχθούν νέες μορφές καλλιέργειας, οι οποίες αποτέλεσαν τη βάση για την ανάπτυξη των πολιτισμών της Εποχής του σιδήρου.

#### Η Εποχή του σιδήρου

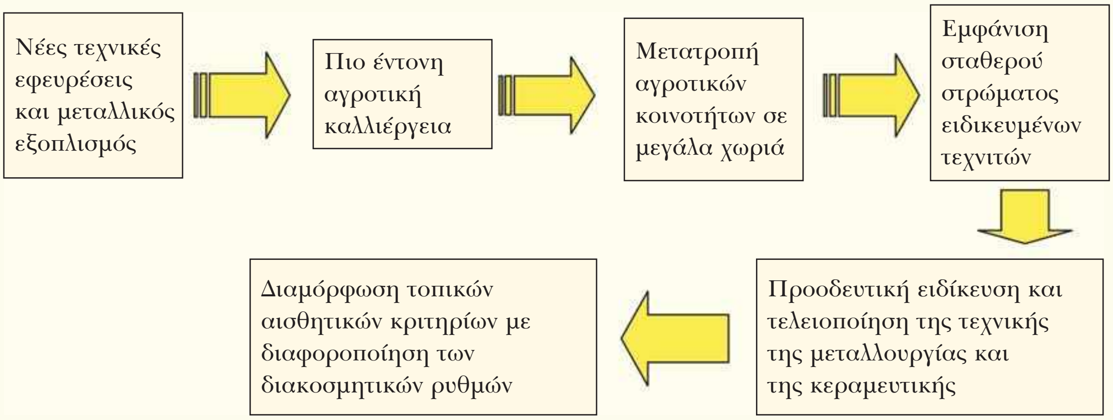
Χαρακτηρίζεται από τη χρήση σιδερένιων όπλων και εργαλείων. Ουσιαστικά αρχίζει το 13ο αιώνα π.Χ. στη Μικρά Ασία, όταν ανακαλύφθηκε ότι ο σίδηρος είναι κατάλληλος για την παραγωγή στερεών και κοφτερών λεπίδων.

Η τέχνη της επεξεργασίας του σιδήρου ήταν μονοπώλιο της αυτοκρατορίας των Χετταίων έως περίπου το 1270 π.Χ. που ο βασιλιάς τους δώρισε στο Φαραώ Ραμσή Β′ μερικά σιδερένια όπλα και τεχνίτες σιδηρουργούς, οπότε άρχισε η διάδοση της επεξεργασίας και χρήσης του σιδήρου και συνέπεσε με μια περίοδο ραγδαίων ανακατατάξεων στην κεντρική και ανατολική

Μεσόγειο. Οι μεγάλες αυτοκρατορίες της Αιγύπτου, των Χετταίων και των Μυκηνών κατέρρευσαν και η συσσωρευμένη ιδεολογική κληρονομιά και τεχνογνωσία αποτέλεσε το σπέρμα της δημιουργίας αυτόνομων πολιτισμών και οικονομίας στην Ελλάδα (Γεωμετρικός πολιτισμός) και στην Ιταλία (Βιλλανόβιος πολιτισμός).

Η χρήση του σιδήρου αποτελεί χαρακτηριστικό παράδειγμα *αλληλεπίδρασης συστημάτων,* τα οποία φαινομενικά δε σχετίζονται. Είχε καταιγιστική επίδραση στον τρόπο ζωής και την κοινωνική οργάνωση, όπως σχηματικά απεικονίζεται παρακάτω:

Τα γεγονότα αυτά που έχουν σχέση με τον υλικό πολιτισμό απεικονίζουν τα πρώιμα στάδια




του σχηματισμού «λαών». Τα γένη ή οι φυλές οι οποίες συγκρότησαν ένα μεγάλο οικιστικό κέντρο απόκτησαν κοινά πολιτισμικά, θρησκευτικά, αισθητικά και άλλα κριτήρια, τα οποία αποτελούν προϋπόθεση για τη δημιουργία συλλογικής συνείδησης.

***Δραστηριότητα 1:*** Διαβάζοντας προσεκτικά το κείμενο και ανατρέχοντας στο βιβλίο της Ιστορίας της Α′ Γυμνασίου και σε εγκυκλοπαίδειες, να καταγράψετε σε ποιους τομείς της ζωής είχε επίδραση η ανακάλυψη και χρήση του χαλκού κατά τους προϊστορικούς χρόνους.
Το ίδιο να κάνετε για την ανακάλυψη και χρήση του σιδήρου.

***Δραστηριότητα 2:*** Στο κείμενο αναφέρεται: «Η χρήση του σιδήρου αποτελεί χαρακτηριστικό παράδειγμα *αλληλεπίδρασης συστημάτων*, τα οποία φαινομενικά δε σχετίζονται. Είχε καταιγιστική επίδραση στον τρόπο ζωής και την κοινωνική οργάνωση». Να μελετήσετε αν υπήρξαν υλικά τα οποία είχαν μεγάλη επίδραση στη ζωή των ανθρώπων κατά τον 20ό αιώνα και να περιγράψετε την επίδρασή τους.

- www.britannica.com/eb/article?tocID=45045
- www.ancientanatolia.com/historical/
- www.orkneyjar.com/history/

# 4. Ο άνθρακας

Τη φράση «άνθρακες ο θησαυρός» τη χρησιμοποιούμε για να δηλώσουμε ότι... ατυχήσαμε. Ενώ περιμέναμε κάτι σπουδαίο, βρεθήκαμε μπροστά σε κάτι που δεν έχει αξία. Όμως δεν θα ήταν και άσχημα αν βρισκόμασταν μπροστά σε ένα ιδιαίτερο είδος ανθράκων, τα διαμάντια. Άνθρακας είναι και αυτά.

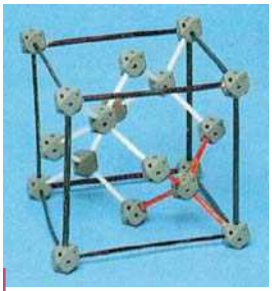
**Έννοιες κλειδιά:** ανθρακικά άλατα • ασβεστοκονίαμα • γαιάνθρακες • διοξείδιο του άνθρακα • κονιάματα • τεχνητοί άνθρακες • τσιμέντο • φυσικοί άνθρακες

**Όταν θα έχετε μελετήσει την ενότητα αυτή, θα μπορείτε:**

1. Να εντοπίζετε τη θέση του άνθρακα στον περιοδικό πίνακα.
2. Να ταξινομείτε τα διάφορα είδη άνθρακα σε φυσικούς και τεχνητούς.
3. Να ερμηνεύετε τις διαφορές ιδιοτήτων ανάμεσα στο γραφίτη και στο διαμάντι.
4. Να διαπιστώνετε πειραματικά την προσροφητική ικανότητα του ενεργού και του ζωικού άνθρακα.
5. Να ερμηνεύετε την πήξη των ασβεστοκονιαμάτων.

## 4.1 Γενικά

Ο άνθρακας είναι το πρώτο στοιχείο της 14ης ομάδας του περιοδικού πίνακα. Στη φύση βρίσκεται είτε ελεύθερος με τη μορφή των γαιανθράκων, του διαμαντιού και του γραφίτη (φυσικοί άνθρακες) είτε με τη μορφή ενώσεων, κυρίως ανθρακικών αλάτων, όπως το ανθρακικό ασβέστιο ($CaCO_3$), και οξειδίων του άνθρακα, όπως το μονοξείδιο (CO) και το διοξείδιο του άνθρακα ($CO_2$). Με τη μορφή ενώσεων (αμινοξέα, πρωτεΐνες, υδατάνθρακες, λιπίδια, DNA, RNA) τον συναντάμε επίσης στους οργανισμούς και στα προϊόντα της αποσύνθεσής τους, όπως το πετρέλαιο, το φυσικό αέριο και το βιοαέριο.



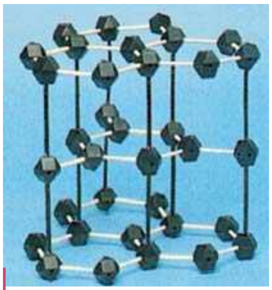
Στο διαμάντι κάθε άτομο άνθρακα συνδέεται με τέσσερα γειτονικά άτομα άνθρακα.

## 4.2 Φυσικοί άνθρακες

Ο άνθρακας εμφανίζεται στη φύση:

**α.** σε σχεδόν καθαρή κρυσταλλική μορφή (διαμάντι, γραφίτης)

**β.** με προσμείξεις στους διάφορους γαιάνθρακες.



Στο γραφίτη τα άτομα άνθρακα σχηματίζουν κανονικά εξάγωνα.

### Α. Διαμάντι – γραφίτης

- Τα διαμάντια είναι καθαρές μορφές άνθρακα που χρησιμοποιούνται ως πολύτιμοι λίθοι στην κατασκευή κοσμημάτων, στο κόψιμο του γυαλιού και στο τρύπημα σκληρών πετρωμάτων, λόγω της μεγάλης σκληρότητάς τους (10 στην κλίμακα σκληρότητας Mohs).
- Ο γραφίτης, σε αντίθεση με το διαμάντι, είναι πολύ μαλακός (0,5-1,5 της κλίμακας Mohs) και καλός αγωγός του ηλεκτρισμού και της θερμότητας. Χρησιμοποιείται για την κατασκευή ηλεκτροδίων και μολυβιών, καθώς και στους πυρηνικούς αντιδραστήρες.

Οι διαφορές που εμφανίζουν το διαμάντι και ο γραφίτης οφείλονται στο διαφορετικό τρόπο με τον οποίο συνδέονται τα άτομα άνθρακα μεταξύ τους.

### Β. Γαιάνθρακες

Οι γαιάνθρακες σχηματίστηκαν στο εσωτερικό της Γης πριν από εκατομμύρια χρόνια από φυτική ύλη που καταπλακώθηκε από χώματα και τελικά **απανθρακώθηκε** («μετατράπηκε» σε άνθρακα) με την επίδραση υψηλών θερμοκρασιών και πιέσεων χωρίς την παρουσία αέρα. Ανάλογα με τη γεωλογική περίοδο που άρχισε η απανθράκωση, οι γαιάνθρακες διακρίνονται σε: ανθρακίτη, λιθάνθρακα, λιγνίτη και τύρφη. Κάθε είδος έχει διαφορετική περιεκτικότητα σε καθαρό άνθρακα και επομένως διαφορετική θερμαντική αξία.

**Πίνακας 4: Είδη γαιανθράκων**

| είδος γαιάνθρακα | περιεκτικότητα σε άνθρακα % w/w | θερμαντική αξία σε kcal/kg |
|---|---|---|
| ανθρακίτης | 90% | 8000-9000 |
| λιθάνθρακας | 75-90% | 7000-8000 |
| λιγνίτης | 65-75% | 6000-7000 |
| τύρφη | έως 65% | 5000-5500 |

## 4.3 Τεχνητοί άνθρακες

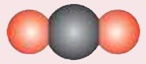
Για την κάλυψη των αναγκών της βιομηχανίας παρασκευάζονται διάφοροι τεχνητοί άνθρακες με ειδικές ιδιότητες. Στους τεχνητούς άνθρακες ανήκουν:

- το κοκ, που χρησιμοποιείται στη μεταλλουργία
- ο ξυλάνθρακας (κν. ξυλοκάρβουνα), που χρησιμοποιείται ως καύσιμο
- ο ενεργός άνθρακας, που παράγεται κατά την απανθράκωση σκληρών ξύλων και εμφανίζει μεγάλη προσροφητική ικανότητα. Χρησιμοποιείται στη βιομηχανία της ζάχαρης για την απομάκρυνση των έγχρωμων προσμείξεων, στην επεξεργασία του πόσιμου νερού, στην κατασκευή φίλτρων για αντιασφυξιογόνες μάσκες που προστατεύουν από δηλητηριώδη αέρια και στις φριτέζες για τη συγκράτηση των δυσάρεστων οσμών
- ο ζωικός άνθρακας, που παράγεται κατά την απανθράκωση ζωικών απορριμμάτων, όπως κόκαλα, αίμα κτλ. και εμφανίζει μεγάλη προσροφητική ικανότητα
- η αιθάλη (κν. φούμο), που χρησιμοποιείται στην παρασκευή μελάνης χρωμάτων κ.α.

## 4.4 Το διοξείδιο του άνθρακα

Ο ατμοσφαιρικός αέρας περιέχει $CO_2$ σε ποσοστό 3-4‰ που αυξάνεται λόγω της ανθρώπινης δραστηριότητας. Το $CO_2$ είναι απαραίτητο στα φυτά για τη φωτοσύνθεση, ευθύνεται όμως και για την υπερθέρμανση του πλανήτη, επειδή είναι αέριο του θερμοκηπίου.

**Πίνακας 5: Το διοξείδιο του άνθρακα**

| ιδιότητες | | χημικός τύπος |
|---|---|---|
| φυσική κατάσταση | αέριο | $CO_2$ |
| χρώμα | άχρωμο | |
| γεύση | άγευστο | προσομοίωμα |
| τοξικότητα | όχι |  |
| πυκνότητα | 1,963 g/L | |

Χρησιμοποιείται στα αναψυκτικά με ανθρακικό και στους απλούς πυροσβεστήρες. Όταν «εκτοξεύεται» στη φωτιά, «σκεπάζει» το αντικείμενο που καίγεται, γιατί έχει μεγαλύτερη πυκνότητα από τον αέρα και δεν το αφήνει να έρχεται σε επαφή με το οξυγόνο, με αποτέλεσμα η φωτιά να σβήνει. Το στερεό διοξείδιο του άνθρακα ονομάζεται «ξηρός πάγος» και χρησιμοποιείται για την κατάψυξη παγωτών και τροφίμων, γιατί με αυτό επιτυγχάνονται πολύ χαμηλές θερμοκρασίες.

## 4.5 Ανθρακικά άλατα

**Ανθρακικά** ονομάζονται τα άλατα που περιέχουν ως ανιόν το ανθρακικό ανιόν ($CO_3^{2-}$). Τα σπουδαιότερα ανθρακικά άλατα είναι το ανθρακικό ασβέστιο ($CaCO_3$), το οποίο απαντάται στον **ασβεστόλιθο** και στο **μάρμαρο** και το ανθρακικό νάτριο ($Na_2CO_3$), δηλαδή η **σόδα πλυσίματος** (σελίδα 37).

Το παραδοσιακό χρώμα των Κυκλάδων οφείλεται στα ασβεστωμένα σπίτια.

Τα ανθρακικά άλατα αντιδρούν με τα διαλύματα των οξέων, παράγοντας διοξείδιο του άνθρακα. Επίσης διοξείδιο του άνθρακα παράγεται κατά τη θέρμανση ορισμένων ανθρακικών αλάτων, όπως το ανθρακικό ασβέστιο ($CaCO_3$), από το οποίο αποτελούνται οι ασβεστόλιθοι. Όταν οι ασβεστόλιθοι θερμαίνονται σε υψηλή θερμοκρασία, το ανθρακικό ασβέστιο διασπάται και παράγεται ο ασβέστης (CaO, οξείδιο του ασβεστίου):

$$CaCO_3(s) \rightarrow CaO(s) + CO_2(g)$$

## 4.6 Τσιμέντο και σκυρόδεμα

**Κονιάματα ονομάζονται τα μείγματα που χρησιμοποιούνται στις οικοδομές για τη σύνδεση των οικοδομικών υλικών** (πέτρες, τούβλα κτλ.). Τα κονιάματα που σκληραίνουν με την επίδραση του αέρα ονομάζονται αεροπαγή, ενώ αυτά που σκληραίνουν με την επίδραση του νερού ονομάζονται υδατοπαγή.

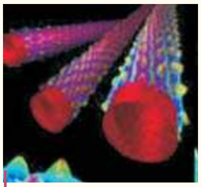
Το απλούστερο αεροπαγές κονίαμα είναι η λάσπη των οικοδομών η οποία είναι μείγμα από ασβέστη, άμμο και νερό. Με την επίδραση του διοξειδίου του άνθρακα της ατμόσφαιρας σχηματίζεται ανθρακικό ασβέστιο, το οποίο αποτελεί τη συνδετική ύλη των οικοδομικών υλικών, και συγχρόνως αποβάλλεται νερό.

$$Ca(OH)_2(aq) + CO_2(g) \rightarrow CaCO_3(s) + H_2O(l)$$

Το τσιμέντο ανήκει στα υδατοπαγή κονιάματα. Ως πρώτες ύλες για την παρασκευή τσιμέντου χρησιμοποιούνται ασβεστόλιθοι σε ποσοστό 75% και αργιλοπυριτικά υλικά σε ποσοστό 25%. Το τσιμέντο σπάνια χρησιμοποιείται μόνο του. Συνήθως αναμειγνύεται με χαλίκια (σκύρα) και νερό. Το μείγμα που προκύπτει ονομάζεται σκυρόδεμα (béton). Η αντοχή του σκυροδέματος αυξάνεται, όταν μέσα σε αυτό τοποθετηθούν σιδηρόβεργες, οπότε προκύπτει το οπλισμένο σκυρόδεμα (béton armé).

### *Είναι θέμα... Χημείας*

**Φουλερένια**



Νανοσωλήνες

Φουλερένια: μπορούν να λειτουργήσουν ως μόρια μεταφοράς ουσιών.

Το 1985 ανακοινώθηκε μια νέα μορφή άνθρακα, η οποία παρασκευάστηκε τυχαία ως παραπροϊόν μιας εξάχνωσης γραφίτη σε ειδικές συνθήκες. Αυτή η μορφή έχει τον τύπο $C_{60}$ και ονομάστηκε buckminster fullerene (μπακμινστερφουλερένιο) προς τιμή του αρχιτέκτονα Buckminster Fuller που είχε δημιουργήσει μια κατασκευή με ανάλογη δομή. Η μορφή αυτή μοιάζει με μπάλα ποδοσφαίρου, όπως φαίνεται στο διπλανό σχήμα. Αργότερα παρασκευάστηκαν και άλλα μόρια με μεγαλύτερο αριθμό ατόμων, π.χ. $C_{70}$, τα οποία ονομάζονται γενικώς φουλερένια. Πρόσφατα παρασκευάστηκαν πολύ μεγαλύτερα μόρια, π.χ. $C_{400}$, τα οποία έχουν σημαντικές τεχνολογικές εφαρμογές, όπως παραγωγή υπεραγώγιμου υλικού, π.χ. $Rb_3C_{60}$, και νανοσωλήνων, οι οποίοι χρησιμοποιούνται με τη σειρά τους για την παραγωγή ινών υψηλής αντοχής.

### ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ – ΑΣΚΗΣΕΙΣ

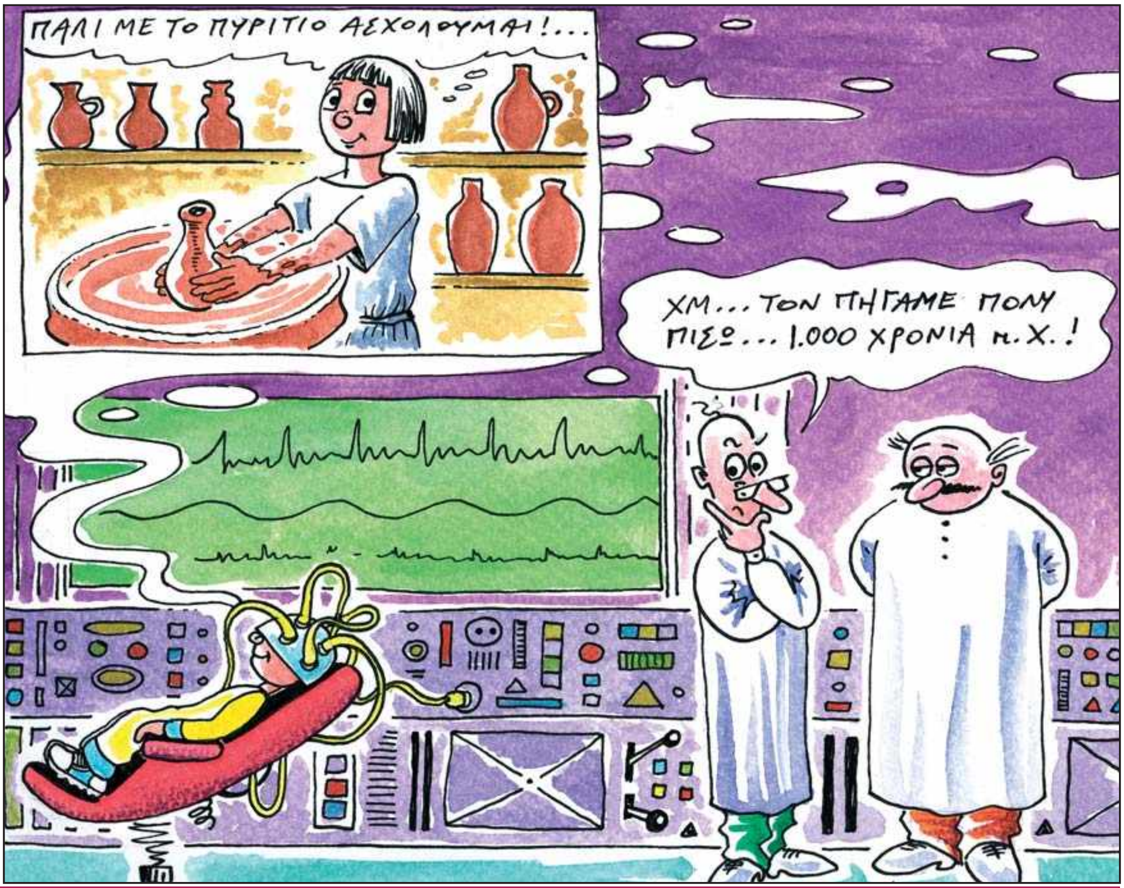
| Ερώτηση | ΣΤΟΧΟΙ |
|---|---|
| **1.** Σε ποια ομάδα του περιοδικού πίνακα ανήκει ο άνθρακας; | 1 |
| **2.** Ποια είναι τα είδη των φυσικών ανθράκων; | 2 |
| **3.** Πώς δημιουργήθηκαν οι γαιάνθρακες; | 2 |
| **4.** Να αναφέρετε τρία είδη τεχνητών ανθράκων καθώς και δύο χρήσεις τους. | 2,4 |
| **5.** Γιατί το διοξείδιο του άνθρακα χρησιμοποιείται στους πυροσβεστήρες; | 5 |
| **6.** Πώς παράγεται η άσβεστος από τους ασβεστόλιθους; | |
| **7.** Ποια μείγματα ονομάζονται κονιάματα και ποια είδη υπάρχουν; Πώς παράγεται το τσιμέντο και σε ποια κατηγορία κονιαμάτων ανήκει; | 5 |
| **8.** Τι είναι το σκυρόδεμα και τι το οπλισμένο σκυρόδεμα; | 5 |

# 5. Το πυρίτιο

Πριν από 500.000 χρόνια, κατά την Παλαιολιθική εποχή, οι άνθρωποι έφτιαχναν απλά εργαλεία από πυρόλιθους, το βασικό συστατικό των οποίων είναι το διοξείδιο του πυριτίου ($SiO_2$). Πριν από 20.000 χρόνια, κατά τη Νεολιθική εποχή, έφτιαχναν επίσης από πυρόλιθους μαχαίρια και αιχμές για τα βέλη τους. Στη σημερινή εποχή, οι άνθρωποι φτιάχνουν ηλεκτρονικές συσκευές σε εκπληκτικά μικρό μέγεθος και με ασύλληπτες δυνατότητες, στις οποίες χρησιμοποιούν «τσιπάκια». Τα «τσιπάκια» αυτά δε θα υπήρχαν χωρίς το πυρίτιο.

**Πυρίτιο και τεχνολογική επανάσταση**

Η μελέτη του πυριτίου και των εφαρμογών του είναι μια χαρακτηριστική περίπτωση της *αλληλεπίδρασης των συστημάτων*. Η ανακάλυψη της ιδιότητάς του να είναι ημιαγωγός οδήγησε στα τρανζίστορ. Τα τρανζίστορ σήμαναν την αρχή της τεχνολογικής επανάστασης του 20ού αιώνα, η οποία οδήγησε σε μια επανάσταση στην *ανθρώπινη επικοινωνία, στη διάχυση των πολιτισμών* και *στην κατανόηση των ομοιοτήτων αλλά και των διαφορών* ανθρώπων από διαφορετικά πολιτισμικά περιβάλλοντα. Με τον τρόπο αυτό το πυρίτιο *«συνέβαλε» στην διαμόρφωση μιας κοινωνίας πιο ανεκτικής στις διαφορές*. Ακόμη η τεχνολογία άνοιξε νέους δρόμους στο εμπόριο και αποτέλεσε από μόνη της μια νέα πηγή επαγγελματικής και οικονομικής δραστηριότητας, «μετέβαλε» τους τομείς επαγγελματικής ενασχόλησης και «διαμόρφωσε» μια νέα ισχύ: την ισχύ που πηγάζει από την τεχνολογική εξέλιξη και γνώση.




**Έννοιες κλειδιά:** γυαλί • ημιαγωγοί • κεραμικά • οπτικές ίνες

**Όταν θα έχετε μελετήσει την ενότητα αυτή, θα μπορείτε:**

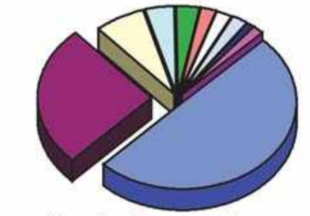
**1.** Να εντοπίζετε τη θέση του πυριτίου στον περιοδικό πίνακα.

**2.** Να αναφέρετε χρήσεις του πυριτίου στην ηλεκτρονική τεχνολογία και στην οικοδομική.

**3.** Να περιγράφετε συνοπτικά τη διαδικασία παραγωγής γυαλιού και κεραμικών.

## 5.1 Γενικά

Το πυρίτιο βρίσκεται στην 14η ομάδα του περιοδικού πίνακα, στην ίδια ομάδα με τον άνθρακα, αλλά στην επόμενη περίοδο. Είναι το δεύτερο σε αναλογία στοιχείο στο στερεό φλοιό της Γης και σε αντίθεση με τον άνθρακα δε βρίσκεται ελεύθερο στη φύση.




Η αναλογία των κυριότερων στοιχείων στο στερεό φλοιό της Γης

Η κυριότερη ένωση του είναι το διοξείδιο του πυριτίου ($SiO_2$) που συνιστά τους διάφορους χαλαζίες είτε σε κρυσταλλική μορφή (χαλαζίας, αμέθυστος) είτε σε άμορφη (όνυχας, οπάλιος, αχάτης κ.ά.). Το μεγαλύτερο όμως μέρος του διοξειδίου του πυριτίου απαντάται με τη μορφή της κοινής πυριτικής άμμου (άμμος θάλασσας).

Το πυρίτιο συναντάται επίσης σε ορισμένα ορυκτά (άστριοι, μαρμαρυγίες, άργιλοι) και στους ημιπολύτιμους λίθους τοπάζι και ζιρκόνιο.

## 5.2 Το γυαλί

Το γυαλί είναι εύθραυστο, σκληρό, άμορφο στερεό, κακός αγωγός του ηλεκτρισμού και της θερμότητας. Όταν θερμαίνεται, ρευστοποιείται, οπότε μπορεί να χυθεί σε καλούπια ή να «φυσηθεί» με αέρα και να χρησιμοποιηθεί για την κατασκευή διαφόρων αντικειμένων. Στη φύση υπάρχει με τη μορφή του **φυσικού γυαλιού**, που δημιουργείται κατά την ταχεία άνοδο και ψύξη του μάγματος στην επιφάνεια της Γης. Κυριότερες μορφές φυσικού γυαλιού είναι ο οψιδιανός και ο περλίτης, μορφές που απαντούν και στον ελλαδικό χώρο (στα νησιά Νίσυρο και Μήλο).

Κρύσταλλοι χαλαζία (quartz)

Ο άνθρωπος παρασκεύασε για πρώτη φορά γυαλί στη Μεσοποταμία, όπου βρέθηκε η αρχαιότερη συνταγή σε επιγραφή. Σύμφωνα με την επιγραφή παρασκευάζεται με ανάμειξη άμμου ($SiO_2$), σόδας ($Na_2CO_3$), ασβεστόλιθου ($CaCO_3$) και με θέρμανση του μείγματος σε πολύ υψηλή θερμοκρασία, συνταγή που εφαρμόζεται και σήμερα για την παραγωγή του κοινού γυαλιού. Με αντικατάσταση της σόδας από ποτάσα ($K_2CO_3$) παράγεται γυαλί πιο σκληρό και πιο διαφανές από το κοινό, ενώ αν στο μείγμα προστεθούν και οξείδια του μολύβδου παράγονται τα διάφορα κρύσταλλα. Με την προσθήκη οξειδίων διαφόρων στοιχείων παρασκευάζονται ειδικά γυαλιά, όπως τα θερμοανθεκτικά (pyrex) και τα έγχρωμα γυαλιά.

## 5.3 Τα κεραμικά

Η άργιλος είναι ένα άμορφο φυσικό υλικό που αποτελείται από Al, Si, H, O. Η κεραμευτική, μια πανάρχαια τέχνη, χρησιμοποιεί ως πρώτη ύλη το αργιλόχωμα, δηλαδή άργιλο με προσμείξεις. Το αργιλόχωμα, όταν αναμειχτεί με νερό, μετατρέπεται σε πλαστική μάζα που μπορεί να πάρει οποιαδήποτε μορφή και σχήμα. Στη συνέχεια, το μορφοποιημένο αντικείμενο αφήνεται στον αέρα να ξηρανθεί και ακολούθως ψήνεται σε ειδικούς φούρνους. Για να αποκτήσουν τα κεραμικά γυαλιστερή επιφάνεια με όμορφα χρώματα και σχήματα, επικαλύπτονται με κατάλληλα υλικά και ξαναψήνονται.

Στα παραδοσιακά κεραμικά περιλαμβάνονται:

- τα προϊόντα αγγειοπλαστικής –κεραμίδια, γλάστρες, στάμνες, τούβλα– που κατασκευάζονται από άργιλο κατώτερης ποιότητας.
- τα πιάτα, τα πλακάκια, τα είδη υγιεινής, που κατασκευάζονται από ειδικό πηλό, τη **φαγεντιανή γη**.
- οι πορσελάνες, που αποτελούν το καλύτερο είδος κεραμικού και κατασκευάζονται από καολίνη, την καθαρότερη μορφή αργίλου.
- τα πυρίμαχα κεραμικά, που παρασκευάζονται από ειδικής ποιότητας άργιλο που περιέχει οξείδιο του μαγνησίου (MgO). Γνωστά είναι τα πυρίμαχα τούβλα που χρησιμοποιούνται στην κατασκευή τζακιών, ως επένδυση σε καμίνια κ.ά.

Στα μελανόμορφα αγγεία οι μορφές που απεικονίζονται αποδίδονται με μαύρο χρώμα και στο φόντο μένει το χρώμα του πηλού. Στα ερυθρόμορφα αγγεία παρατηρείται μια χρωματική αντιστροφή.
*Εικόνα 1η:* Μελανόμορφο αγγείο που απεικονίζει το αγώνισμα της πάλης (360 π.Χ.)
*Εικόνα 2η:* Ερυθρόμορφο αγγείο που απεικονίζει την περιπέτεια του Ηρακλή στην Αίγυπτο (470 π.Χ.)

## 5.4 Οι οπτικές ίνες

Μέχρι πριν από μερικές δεκαετίες, η ενσύρματη επικοινωνία στηριζόταν στο ηλεκτρικό ρεύμα το οποίο «μετέφερε» τις πληροφορίες, διαρρέοντας χάλκινα καλώδια. Τα τελευταία χρόνια τα καλώδια δίνουν σταδιακά τη θέση τους στις οπτικές ίνες και το ηλεκτρικό ρεύμα δίνει τη θέση του στις φωτεινές ή γενικότερα στις ηλεκτρομαγνητικές ακτίνες. Οι οπτικές ίνες είναι κατασκευασμένες από γυαλί πολύ μεγάλης καθαρότητας, έχουν κυλινδρική μορφή και διάμετρο όσο περίπου μια ανθρώπινη τρίχα. Η διάδοση της ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας με τις οπτικές ίνες στηρίζεται στις πολλαπλές ανακλάσεις της ακτινοβολίας στο εσωτερικό της οπτικής ίνας. Συγκρινόμενες με τους παραδοσιακούς χάλκινους αγωγούς παρουσιάζουν πολλά πλεονεκτήματα, όπως:

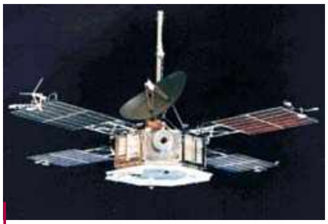
Οπτικές ίνες

1. το διοξείδιο του πυριτίου, που αποτελεί την πρώτη ύλη παρασκευής τους, υπάρχει άφθονο στη φύση σε αντίθεση με το χαλκό από τον οποίο κατασκευάζονται τα καλώδια,
2. μια οπτική ίνα αντιστοιχεί, ως προς την ικανότητα μεταφοράς πληροφοριών, σε εκατοντάδες χάλκινους αγωγούς,
3. έχουν μικρό βάρος,

4. είναι φθηνότερες από τα άλλα μέσα μετάδοσης τηλεπικοινωνιακών μηνυμάτων,
5. είναι σχεδόν αδύνατη η υποκλοπή και γενικότερα οι παρεμβολές.

## 5.5 Οι ημιαγωγοί

Οι ημιαγωγοί είναι χημικά στοιχεία ή χημικές ενώσεις με τεράστια τεχνολογική σημασία, αφού αποτελούν τη βάση της μικροηλεκτρονικής και των ηλεκτρονικών υπολογιστών. Επιτρέπουν στο ηλεκτρικό ρεύμα να διέρχεται μόνο κατά μία συγκεκριμένη φορά, που ονομάζεται **αγώγιμη φορά** και όχι κατά την αντίθετη κατεύθυνση, που ονομάζεται **ανασταλτική φορά**. Ο κυριότερος ημιαγωγός από άποψη εφαρμογών είναι το πυρίτιο (Si).



Το Μάρινερ 5 σε πτήση. Τα φωτοβαλταϊκά παρέχουν στο σύστημα ενέργεια.

Μικροτσίπ

### *Είναι θέμα... Χημείας*

**Οι σιλικόνες**

Μια άλλη κατηγορία ενώσεων του πυριτίου είναι οι σιλικόνες. Είναι πυριτικές μεγαλομοριακές ενώσεις που περιέχουν και άνθρακα. Κάθε μακρομόριο έχει ένα σκελετό που αποτελείται από εναλλασσόμενα άτομα πυριτίου και οξυγόνου (-Si-O-). Οι σιλικόνες μπορεί να είναι υγρές ή στερεές ανάλογα με τη δομή τους. Χαρακτηρίζονται από επιθυμητές φυσικές ιδιότητες (ελαστικές, μη διαπερατές από το νερό) σε μεγάλο εύρος θερμοκρασιών. Εμφανίζουν μεγάλη χημική αδράνεια (δεν οξειδώνονται) και σε συνδυασμό με τις καλές φυσικές ιδιότητες που παρουσιάζουν, χρησιμοποιούνται σε πολλούς τομείς, όπως στην παρασκευή μονωτικών υλικών, λιπαντικών, βερνικιών, καλλυντικών, χειρουργικών εργαλείων και στην πλαστική χειρουργική.

### ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ – ΑΣΚΗΣΕΙΣ

| | ΣΤΟΧΟΙ |
|---|---|
| **1.** Σε ποια ομάδα του περιοδικού πίνακα ανήκει το πυρίτιο; | 1 |
| **2.** Ποια είναι τα δύο πιο διαδεδομένα στοιχεία στο στερεό φλοιό της Γης; | 2 |
| **3.** Να γίνει αντιστοίχιση των υλικών της στήλης Ι και του χημικού τους τύπου της στήλης ΙΙ. | 3 |

| Στήλη Ι | Στήλη ΙΙ |
|---|---|
| **i.** άμμος | **α.** C |
| **ii.** ασβέστης | **β.** $SiO_2$ |
| **iii.** διαμάντι | **γ.** $Na_2CO_3$ |
| **iv.** σόδα πλυσίματος | **δ.** CaO |

| | ΣΤΟΧΟΙ |
|---|---|
| **4.** Πώς παρασκευάζεται το κοινό γυαλί; | 3 |
| **5.** Ποια είναι η πρώτη ύλη παραγωγής των κεραμικών; | 3 |
| **6.** Τι είναι οι οπτικές ίνες και πού χρησιμοποιούνται; | 3 |
| **7.** Ποια είναι τα πλεονεκτήματα των οπτικών ινών σε σχέση με τα χάλκινα καλώδια; | 3 |
| **8.** Τι είναι οι ημιαγωγοί, πού χρησιμοποιούνται και από ποιο στοιχείο σε καθαρή μορφή παράγονται; | 3 |

## Το πυρίτιο

### ΟΙ ΕΛΛΗΝΙΚΟΙ ΛΙΓΝΙΤΕΣ ΚΑΙ Η ΣΥΜΒΟΛΗ ΤΟΥΣ ΣΤΗΝ ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

Οι γαιάνθρακες που υπάρχουν στον ελλαδικό χώρο είναι κυρίως λιγνίτης και τύρφη. Τα συνολικά αποθέματα του λιγνίτη ανέρχονται σε περίπου 5 δισεκατομμύρια τόνους, αλλά τα κατάλληλα για ενεργειακή εκμετάλλευση υπολογίζονται σε 3,5 δισεκατομμύρια τόνους που ισοδυναμούν με 428 εκατομμύρια τόνους πετρελαίου. Τα εκμεταλλεύσιμα σήμερα κοιτάσματα λιγνίτη εντοπίζονται στις περιοχές της Πτολεμαΐδας-Αμυνταίου-Φλώρινας (2,17 δισ. τόνοι), της Δράμας (960 εκ. τόνοι) και της Μεγαλόπολης (370 εκ. τόνοι).

Εξόρυξη λιγνίτη

**Λιγνιτικό κέντρο Μεγαλόπολης**

Το 1969 άρχισε η εκμετάλλευση του λιγνιτικού κοιτάσματος Μεγαλόπολης και ήταν η πρώτη σε παγκόσμια κλίμακα χρησιμοποίηση λιγνίτη με πολύ μικρή περιεκτικότητα σε άνθρακα για παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας. Το Λιγνιτικό κέντρο Μεγαλόπολης τροφοδοτεί σήμερα τους ατμοηλεκτρικούς σταθμούς (ΑΗΣ) Μεγαλόπολης συνολικής ισχύος 850 MW.

**Λιγνιτικό κέντρο Πτολεμαΐδας-Αμυνταίου**

Στη δυτική Μακεδονία σε μια μεγάλη περιοχή με κέντρο την Πτολεμαΐδα βρίσκεται η λιγνιτοφόρος λεκάνη Πτολεμαΐδας-Αμυνταίου. Στην περιοχή αυτή είναι συγκεντρωμένα τα μεγαλύτερα αποθέματα λιγνίτη που διαθέτει ο ελλαδικός χώρος. Ο λιγνίτης της Πτολεμαΐδας χρησιμοποιείται κυρίως ως καύσιμη ύλη στους ΑΗΣ της περιοχής –συνολικής ισχύος 3.700 MW– οι οποίοι παράγουν το 70% περίπου της ηλεκτρικής ενέργειας που παράγεται σήμερα σε όλη την Ελλάδα.

Ο λιγνίτης της περιοχής σχηματίστηκε κατά τη διάρκεια μιας μεγάλης περιόδου που διήρκεσε 10 εκατομμύρια χρόνια περίπου και τελείωσε πριν 1 εκατομμύριο χρόνια. Η περιοχή μεταξύ Μοναστηρίου, Φλώρινας, Πτολεμαΐδας, Κοζάνης και Σερβίων αποτελούσε την εποχή εκείνη μια λίμνη. Οι κλιματολογικές συνθήκες της εποχής εκείνης ευνόησαν τη μεγάλη βλάστηση φυτών σε διάφορες θέσης της λεκάνης. Τα φυτά αυτά συγκεντρώθηκαν σε μεγάλες ποσότητες στον πυθμένα της λίμνης. Τη βλάστηση κάλυψαν στη συνέχεια γαιώδη υλικά. Έτσι οι οργανικές ύλες της βλάστησης, ευρισκόμενες υπό πίεση και με την επίδραση διαφόρων μικροοργανισμών, μετατράπηκαν σε στρώματα λιγνίτη. Η διαδικασία αυτή επαναλήφθηκε πολλές φορές.

Η εκμετάλλευση του λιγνιτικού κοιτάσματος της περιοχής άρχισε το 1955 από την εταιρεία «ΛΙΠΤΟΛ» ιδιωτικών συμφερόντων. Το 1975 το κέντρο αυτό εντάχθηκε στη δύναμη της Δ.Ε.Η.

*ΛΙΓΝΙΤΩΡΥΧΕΙΑ Δ.Ε.Η. Έκδοση: Γενική Δ/νση Ορυχείων, Ιούνιος 1991*

***Δραστηριότητα 1:*** Να βρείτε αξιοποιώντας στοιχεία της Δ.Ε.Η. και της Εθνικής Στατιστικής Υπηρεσίας τον αριθμό των ανθρώπων οι οποίοι απασχολούνται ως εργαζόμενοι στα μεγάλα λιγνιτικά κέντρα. www.dei.gr/

***Δραστηριότητα 2:*** Να εξετάσετε ποια σοβαρά περιβαλλοντικά προβλήματα πηγάζουν από τη χρήση ορυκτών καυσίμων, όπως ο λιγνίτης. www.epa.gov/

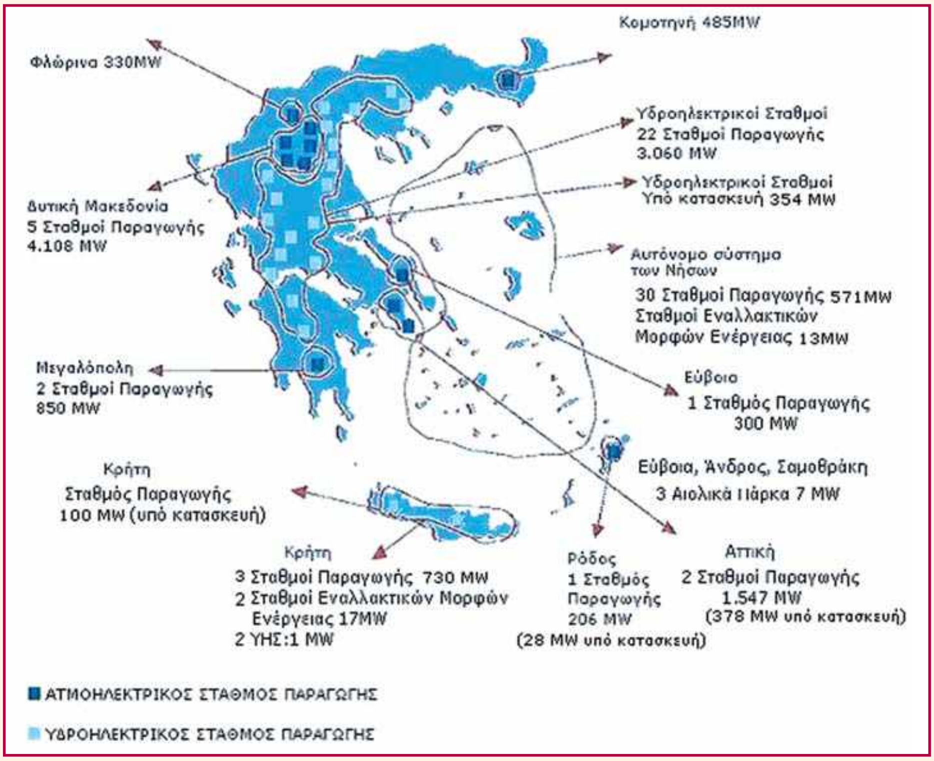
***Δραστηριότητα 3:*** Να συγκεντρώσετε πληροφορίες για άλλες περιοχές της Ελλάδας στις οποίες υπάρχουν αποθέματα λιγνίτη, που δεν έχουν ακόμη αξιοποιηθεί.

***Δραστηριότητα 4:*** Η τύρφη είναι μια μορφή γαιάνθρακα η οποία δεν αξιοποιείται σε βιομηχανική κλίμακα στην Ελλάδα. Να συγκεντρώσετε πληροφορίες, αξιοποιώντας στοιχεία της Δ.Ε.Η., για την ύπαρξη αποθεμάτων τύρφης, τα προβλήματα και τις προοπτικές αξιοποίησής της.

***Δραστηριότητα 5:*** Να συγκεντρώσετε πληροφορίες για την «τηλεθέρμανση» η οποία εφαρμόζεται στις περιοχές της Πτολεμαΐδας και της Κοζάνης και να αναφέρετε τα πλεονεκτήματά της.
www.1lyk/florin.flo.sch.gr/peribalontiki/
www.exakm.gr/dh.htm/ , www.tomi.gr/gr/energeia/

***Δραστηριότητα 6:*** Ένα μέρος της τέφρας η οποία παράγεται κατά την καύση του λιγνίτη αναμειγνύεται με τα ελληνικά τσιμέντα, ώστε να βελτιωθούν οι ιδιότητές τους.

Να απευθυνθείτε σε μία από τις βιομηχανίες τσιμέντων της Ελλάδας (ΑΓΕΤ-Ηρακλής, Τιτάν, Τσιμέντα Χαλκίδας) και να συλλέξετε πληροφορίες για την περιεκτικότητα του τσιμέντου σε διάφορα συστατικά και το σκοπό για τον οποίο χρησιμοποιείται η τέφρα.
www.aget.gr, www.spitia.gr/greek/syntages/cement

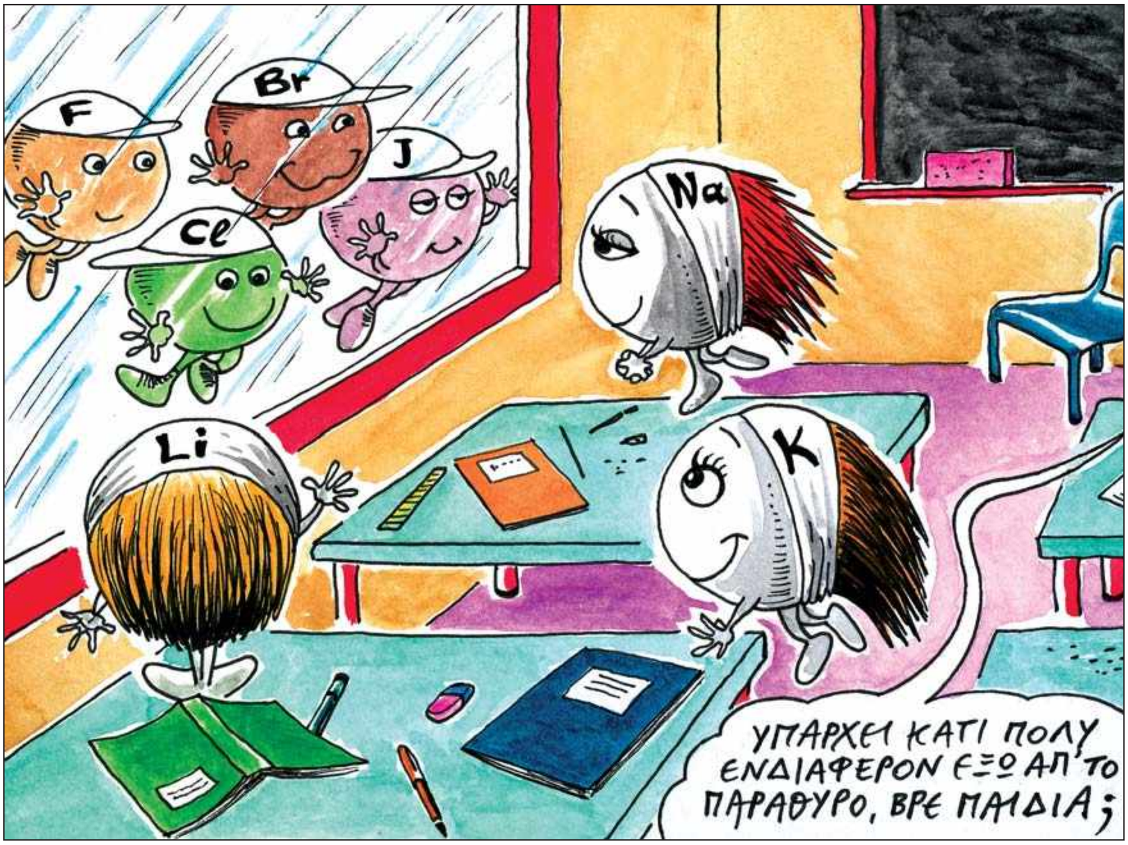



Πηγή: www.dei.gr

# 6. Τα αλογόνα

Όπως είδαμε στο κεφάλαιο για τα οξέα, τις βάσεις και τα άλατα, από το μαγειρικό αλάτι (χλωριούχο νάτριο, NaCl) πήρε το όνομά της μια ολόκληρη κατηγορία χημικών ενώσεων, τα άλατα.

Τα χημικά στοιχεία που ανήκουν στη 17η ομάδα του περιοδικού πίνακα ονομάζονται αλογόνα, επειδή «γεννούν άλατα». Πράγματι, τα στοιχεία αυτά αντιδρούν εύκολα με τα περισσότερα μέταλλα και σχηματίζουν άλατα. Διαλύματα αλογόνων και ενώσεών τους συναντάμε συχνά στην καθημερινή μας ζωή. Το μαγικό καφετί βάμμα ιωδίου, που απολυμαίνει καθημερινά τις πληγές εκατομμυρίων ανθρώπων, είναι διάλυμα του αλογόνου ιωδίου, σε οινόπνευμα. Το πόσιμο νερό και το νερό στις πισίνες απολυμαίνεται με ένα άλλο αλογόνο, το χλώριο, και οι παππούδες των σύγχρονων φωτογραφιών, οι ασπρόμαυρες φωτογραφίες, οφείλουν την ύπαρξή τους σε ένα άλας ενός άλλου αλογόνου, του βρωμίου.



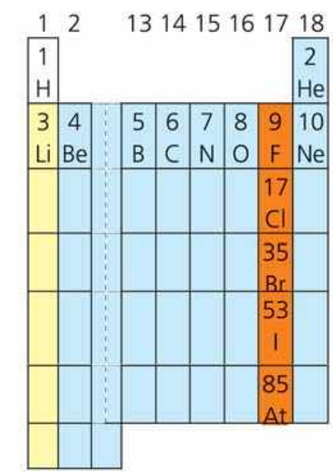

**Έννοιες κλειδιά:** αλογόνα • δυσδιάλυτα • καταβύθιση

**Όταν θα έχετε μελετήσει την ενότητα αυτή, θα μπορείτε:**

1. Να εντοπίζετε τη θέση των αλογόνων στον περιοδικό πίνακα.
2. Να αναφέρετε τις κυριότερες φυσικές ιδιότητες των αλογόνων.
3. Να ανιχνεύετε πειραματικά τα αλογόνα στα άλατά τους.
4. Να γράφετε τις ιοντικές εξισώσεις των αντιδράσεων στις οποίες στηρίζεται η ανίχνευση των αλογόνων.
5. Να αναφέρετε εφαρμογές και χρήσεις των αλογόνων στην καθημερινή ζωή και στη βιομηχανία.

## 6.1 Γενικά

Αλογόνα ονομάζονται όλα τα στοιχεία της 17ης ομάδας του περιοδικού πίνακα. Τα στοιχεία της ομάδας αυτής είναι το φθόριο (F), το χλώριο (Cl), το βρόμιο (Br), το ιώδιο (I) και το άστατο (At). Το τελευταίο από αυτά, όπως δηλώνει και το όνομά του, είναι πολύ ασταθές και δεν το συναντάμε στη φύση. Τα αλογόνα είναι πολύ δραστικά αμέταλλα και δεν τα βρίσκουμε στη φύση ελεύθερα. Είναι τα κατ' εξοχήν αμέταλλα στοιχεία που σχηματίζουν άλατα, όταν ενώνονται με μέταλλα, γι' αυτό και ονομάζονται αλογόνα ή αλατογόνα.




## 6.2 Φυσικές ιδιότητες των αλογόνων

Στις συνήθεις συνθήκες το φθόριο και το χλώριο είναι αέρια, το βρόμιο είναι πτητικό υγρό και το ιώδιο στερεό, το οποίο στην ατμόσφαιρα εξαχνώνεται.

**Πίνακας 6: Τα αλογόνα**

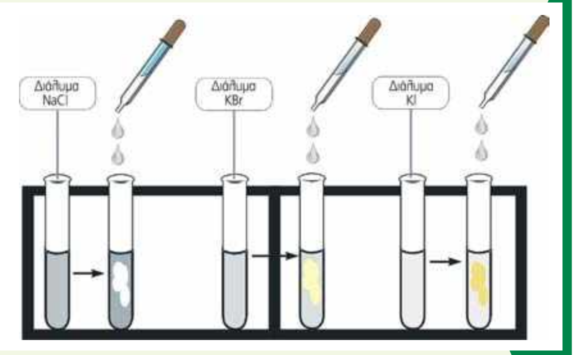
| όνομα | μοριακός τύπος | προσομοιώματα μορίων | χρώμα | φυσική κατάσταση | σημείο τήξης σε °C | σημείο βρασμού σε °C |
|---|---|---|---|---|---|---|
| φθόριο | $F_2$ | | κίτρινο | αέριο | -219,62 | -188,14 |
| χλώριο | $Cl_2$ | | πρασινοκίτρινο | αέριο | -100,98 | -34,60 |
| βρόμιο | $Br_2$ | | καστανοκόκκινο | υγρό | -7,20 | 58,76 |
| ιώδιο | $I_2$ | | ιώδες | στερεό | 113,50 | 184,35 |

## 6.3 Δυσδιάλυτα άλατα αλογόνων

**ΠΕΙΡΑΜΑ** **Παρασκευάζουμε μερικά δυσδιάλυτα άλατα των αλογόνων.**

Τι θα κάνουμε

1. Σε τρεις δοκιμαστικούς σωλήνες βάζουμε στον πρώτο διάλυμα χλωριούχου νατρίου (NaCl), στο δεύτερο διάλυμα βρομιούχου καλίου (KBr) και στον τρίτο διάλυμα ιωδιούχου καλίου (KI).
   Ποια ιόντα περιέχονται σε κάθε σωλήνα;




2. Σε κάθε δοκιμαστικό σωλήνα ρίχνουμε μερικές σταγόνες διαλύματος νιτρικού αργύρου ($AgNO_3$).

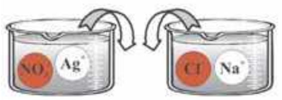
## Τα αλογόνα

### Παρατηρούμε:

Στον πρώτο δοκιμαστικό σωλήνα σχηματίζεται ένα λευκό θόλωμα, στο δεύτερο ένα λευκοκίτρινο και στον τρίτο ένα κίτρινο θόλωμα, που οφείλεται στο σχηματισμό δυσδιάλυτων κόκκων χλωριούχου αργύρου, βρωμιούχου αργύρου και ιωδιούχου αργύρου αντίστοιχα. Μετά από αρκετή ώρα οι αδιάλυτοι κόκκοι θα καταβυθιστούν στον πυθμένα των σωλήνων.

**Υδατικό διάλυμα: $AgNO_3$**

**$AgNO_3(s) \xrightarrow{H_2O} Ag^+(aq) + NO_3^-(aq)$**



**Υδατικό διάλυμα: NaCl**

**$NaCl(s) \xrightarrow{H_2O} Na^+(aq) + Cl^-(aq)$**

**Ανάμειξη διαλύματος**
**$AgNO_3$ με διάλυμα NaCl**
**$Ag^+(aq) + Cl^-(aq) \longrightarrow AgCl(s)$ λευκό ίζημα**

| Ανάμειξη διαλύματος νιτρικού αργύρου ($AgNO_3$) με: | | |
|---|---|---|
| **α.** διάλυμα βρομιούχου καλίου (KBr) | **$Ag^+(aq) + Br^-(aq) \rightarrow AgBr(s)$** | λευκοκίτρινο ίζημα |
| **β.** διάλυμα ιωδιούχου καλίου (KI) | **$Ag^+(aq) + I^-(aq) \rightarrow AgI(s)$** | κίτρινο ίζημα |

## 6.4 Χρήσεις των αλογόνων

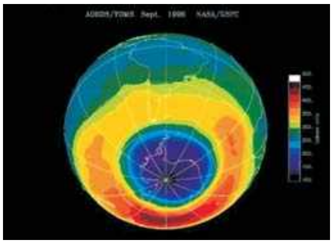
- **Ως απολυμαντικά:** Μικρή ποσότητα χλωρίου στο νερό ύδρευσης και τις πισίνες θανατώνει τους παθογόνους μικροοργανισμούς και εμποδίζει την ανάπτυξη νέων.
- **Ως λευκαντικά:** Ενώσεις του χλωρίου χρησιμοποιούνται σε λευκαντικά, όπως η χλωρίνη.
- **Ως εντομοκτόνα:** Το ισχυρό εντομοκτόνο DDT που χρησιμοποιήθηκε στο παρελθόν είναι ένωση του χλωρίου. Επίσης στο παρελθόν χρησιμοποιήθηκαν ως εντομοκτόνα και ενώσεις του βρομίου.
- **Στα πλαστικά:** Το πιο διαδεδομένο πλαστικό, το PVC, είναι ένωση του χλωρίου. Ένα άλλο πλαστικό με αντικολλητικές ιδιότητες, το τεφλόν, είναι ένωση του φθορίου με άνθρακα, ανθεκτική στις μεγάλες θερμοκρασίες και στα διαβρωτικά οξέα.
- **Στις οδοντόκρεμες:** Μικρή ποσότητα NaF στις οδοντόκρεμες και στο πόσιμο νερό μετατρέπει τον απατίτη, δηλαδή την αδαμαντίνη των δοντιών, σε φθοριοαπατίτη, μια ουσία πολύ πιο ανθεκτική στα οξέα.
- **Ως ψυκτικά υγρά και προωθητικά αέρια σε σπρέι:** Οι χλωροφθοράνθρακες (CFCs), ενώσεις του χλωρίου με άνθρακα και φθόριο, χρησιμοποιήθηκαν ως ψυκτικά υγρά σε ψυγεία και κλιματιστικά και ως προωθητικά αέρια σε σπρέι. Η χρήση τους απαγορεύτηκε το 1987 με το πρωτόκολλο του Μόντρεαλ, γιατί ευθύνονται για την τρύπα του όζοντος.
- **Ως αντισηπτικά-απολυμαντικά:** Το ιώδιο χρησιμοποιείται με τη μορφή διαλύματος σε οινόπνευμα που ονομάζεται βάμμα ιωδίου.
- **Στην ακτινοδιαγνωστική:** Στον ανθρώπινο οργανισμό το ιώδιο συσσωρεύεται κυρίως στο θυρεοειδή αδένα, που παράγει ορμόνες που ρυθμίζουν το βασικό μεταβολισμό. Το ραδιενεργό $^{131}I$ χρησιμοποιείται για τη διάγνωση προβλημάτων στο θυρεοειδή, ενώ το $^{125}I$ χρησιμοποιείται στη θεραπεία με ακτινοβολίες.
- **Στην τεχνητή βροχή:** Βομβαρδισμός της ατμόσφαιρας με ιωδιούχο άργυρο, ακόμη και σε πολύ μικρή ποσότητα, μπορεί να προκαλέσει τεχνητή βροχή.

- **Στην ασπρόμαυρη φωτογραφία:** Ο βρομιούχος άργυρος συντελεί στο σχηματισμό της αρνητικής φωτογραφίας στο φιλμ.

**ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ – ΑΣΚΗΣΕΙΣ**

| | ΣΤΟΧΟΙ |
|---|---|
| **1. α.** Ποια στοιχεία ονομάζονται αλογόνα; | 1 |
| **β.** Να αναφέρετε τα ονόματα καθώς και τα σύμβολά τους. | 1 |
| **2.** Να αναφέρετε τη φυσική κατάσταση των αλογόνων στις συνήθεις συνθήκες. | 2 |
| **3.** Σε ένα διάλυμα χλωριούχου νατρίου περιέχονται ιόντα $Na^{+}(aq)$ και $Cl^{-}(aq)$. Να γράψετε τη χημική εξίσωση της αντίδρασης που θα πραγματοποιηθεί, αν στο παραπάνω διάλυμα προστεθούν λίγες σταγόνες διαλύματος νιτρικού αργύρου. | 3 |
| **4.** Κατά το παρελθόν στα κλιματιστικά και στα ψυγεία χρησιμοποιούσαν χλωροφθοράνθρακες ως ψυκτικά υγρά. Ποιες είναι οι επιπτώσεις στο περιβάλλον από τη χρήση αυτών των ουσιών; | 4 |

## ΤΕΛΙΚΑ, ΗΛΙΟΘΕΡΑΠΕΙΑ ΘΑ ΚΑΝΟΥΜΕ;



Η ατμόσφαιρα είναι ένα στρώμα αερίων πάχους 100 km. Το πιο κοντινό στρώμα στην επιφάνεια της Γης ονομάζεται τροπόσφαιρα και τα επόμενα 35 km στρατόσφαιρα.

***Ο ήλιος, πηγή ζωής ή προβλημάτων;*** Ο ήλιος, που μας φωτίζει και μας ζεσταίνει, εκπέμπει ένα μεγάλο φάσμα ακτινοβολιών που περιλαμβάνει, την ορατή και υπέρυθρη έως την υπεριώδη ακτινοβολία. Η υπεριώδης ακτινοβολία είναι εξαιρετικά βλαβερή.

***Όζον, ένα φυσικό ηλιακό φίλτρο:*** Το όζον ($O_3$) της στρατόσφαιρας λειτουργεί ως φίλτρο που απορροφά το μεγαλύτερο μέρος της βλαβερής αυτής ακτινοβολίας. Όμως το όζον είναι πολύ δραστικό και με την επίδραση της υπεριώδους ακτινοβολίας αντιδρά με τα άτομα του χλωρίου που δημιουργούνται στη στρατόσφαιρα από τη διάσπαση μιας ομάδας ενώσεων, των χλωροφθορανθράκων (CFCs), και καταστρέφεται. Στην αντίδραση αυτή τα άτομα του χλωρίου ξαναγεννιούνται, με αποτέλεσμα ένα άτομο χλωρίου να μπορεί να καταστρέψει 100.000 μόρια όζοντος και γι' αυτό η αντίδραση αυτή ονομάζεται αλυσιδωτή.

***Προβλήματα στη στρατόσφαιρα:*** Στην Ανταρκτική ιδιαίτερα τον Οκτώβριο, αλλά και στην Αρκτική και πάνω από την Ευρώπη και την Αμερική σε μικρότερο βαθμό, έχουν δημιουργηθεί τρύπες στη ζώνη του όζοντος. Όσο το όζον καταστρέφεται, αυξάνει ο κίνδυνος για:

*1. καρκίνο του δέρματος, 2. καταρράκτη στα μάτια, 3. γονιδιακές μεταλλάξεις, 4. καταστροφή του πλαγκτόν στους ωκεανούς και επίδραση στην τροφική αλυσίδα, 5. υπερθέρμανση του πλανήτη-επίδραση στο κλίμα.*

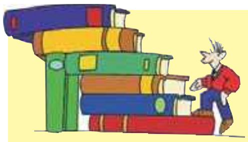
Ακόμη η υπεριώδης ακτινοβολία μπορεί να βλάψει τις πρωτεΐνες του συνδετικού ιστού κάτω από το δέρμα και με τα χρόνια οι άνθρωποι να μοιάζουν ζαρωμένοι ή να προκαλέσει επιφανειακή διαταραχή στο δέρμα (κάψιμο).

***Και τώρα τι κάνουμε;*** Στο Μόντρεαλ το 1987 υπογράφηκε μια διεθνής συνθήκη για την προστασία του όζοντος της στρατόσφαιρας, η οποία προβλέπει την αντικατάσταση των CFCs από υδροφθοράνθρακες (HFCs) ή υδροχλωροφθοράνθρακες (HCFCs). Έτσι είναι πολύ πιθανόν το στρώμα του όζοντος να επανέλθει στην αρχική του κατάσταση στα μέσα του 21ου αιώνα.

***Και τα καλά νέα:*** Τον Ιούλιο του 2003 οι μετρήσεις των επιστημόνων στην Ανταρκτική επιβεβαίωσαν ότι η καταστροφή του στρώματος του όζοντος άρχισε να επιβραδύνεται. Το Μόντρεαλ ίσως άρχισε να αποδίδει. Ακόμη και τώρα όμως η ηλιοθεραπεία φαίνεται καλή ιδέα μόνο κάτω από ορισμένες προϋποθέσεις.

www.epa.gov/ozone • www.ciesin.org/TG/OZ/oz-home.html • www.nas.nasa.gov/About/Education/Ozone/

# Με λίγα λόγια



Στην ενότητα αυτή μελετήσαμε τη σύγχρονη δομή του περιοδικού πίνακα και ορισμένα πολύ σημαντικά στοιχεία για την ζωή, την τεχνολογία και την οικονομία.

- Ο **περιοδικός πίνακας** αποτελείται από 18 ομάδες και 7 περιόδους, στις οποίες τα στοιχεία τοποθετούνται κατά αύξοντα ατομικό αριθμό. Οι ιδιότητες των στοιχείων είναι περιοδική συνάρτηση του ατομικού τους αριθμού και έτσι τα στοιχεία κάθε ομάδας έχουν παρόμοιες ιδιότητες.
- Τα **αλκάλια** είναι τα μέταλλα της 1ης ομάδας του περιοδικού πίνακα. Τα κυριότερα είναι το λίθιο, το νάτριο και το κάλιο. Σε αντίθεση με τα υπόλοιπα μέταλλα είναι μαλακά, εύτηκτα και έχουν μικρότερη πυκνότητα από το νερό. Αντιδρούν με το νερό και σχηματίζουν βασικά διαλύματα ελευθερώνοντας ταυτόχρονα αέριο υδρογόνο.
- Τα **μέταλλα** καλύπτουν το μεγαλύτερο μέρος του περιοδικού πίνακα. Έχουν ένα σύνολο κοινών ιδιοτήτων, όπως θερμική και ηλεκτρική αγωγιμότητα, δυνατότητα να μετατρέπονται σε ελάσματα και σύρματα, μεγάλες πυκνότητες και είναι στερεά εκτός από τον Hg που είναι υγρός. Τα μέταλλα, ανάλογα με την τάση τους να αποβάλλουν ηλεκτρόνια, κατατάσσονται σε μία σειρά από το περισσότερο προς το λιγότερο δραστικό. Ένα μέταλλο αντικαθιστά κατιόντα υδρογόνου, $H^+$(aq), σε ορισμένα διαλύματα οξέων ή τα ιόντα ενός άλλου μετάλλου λιγότερο δραστικού από αυτό σε διαλύματά του, με μια αντίδραση η οποία ονομάζεται απλή αντικατάσταση.
- **Κράματα** είναι τα υλικά που αποτελούνται από δύο ή περισσότερα στοιχεία, από τα οποία το ένα τουλάχιστον είναι μέταλλο, και εμφανίζουν τις ιδιότητες των μετάλλων. Τα κράματα έχουν βελτιωμένες ιδιότητες σε σχέση με τα συστατικά τους.
- Ο **άνθρακας** και το **πυρίτιο** βρίσκονται στη 14η ομάδα του περιοδικού πίνακα στη 2η και 3η περίοδο αντίστοιχα. Ο **άνθρακας** στη φύση σε ελεύθερη κατάσταση βρίσκεται στη μορφή του γαιάνθρακα, του γραφίτη, αλλά και του διαμαντιού. Βρίσκεται όμως και στο διοξείδιο του άνθρακα της ατμόσφαιρας, στα ανθρακικά άλατα, όπως το ανθρακικό ασβέστιο, και είναι το κύριο συστατικό όλων των οργανικών ενώσεων. Το **πυρίτιο** βρίσκεται σε αφθονία στη φύση κυρίως ως διοξείδιο του πυριτίου (άμμος θαλάσσης). Χρησιμοποιείται στην κεραμευτική, την παραγωγή γυαλιού, αλλά και την υψηλή τεχνολογία για την παραγωγή ηλεκτρονικών κυκλωμάτων, οπτικών ινών και σιλικονών.
- Τα **αλογόνα** βρίσκονται στη 17η ομάδα του περιοδικού πίνακα και είναι τα αμέταλλα στοιχεία φθόριο, χλώριο, βρόμιο και ιώδιο. Σε ελεύθερη κατάσταση βρίσκονται σε μορφή διατομικών μορίων. Το φθόριο και το χλώριο είναι αέρια σε συνθήκες περιβάλλοντος, το βρόμιο είναι υγρό και το ιώδιο στερεό. Τα διαλύματα και οι χημικές ενώσεις που σχηματίζουν χρησιμοποιούνται ως απολυμαντικά, αντισηπτικά, εντομοκτόνα, προωθητικά αέρια, ψυκτικά υγρά και αντικολλητικά σε μαγειρικά σκεύη.

## Απαντήσεις στις ασκήσεις της ενότητας 2: Ταξινόμηση των στοιχείων – Στοιχεία με ιδιαίτερο ενδιαφέρον

**Ο περιοδικός πίνακας**

2. Η διευκόλυνση της μελέτης τους σε ομάδες

7. Κατά αύξοντα ατομικό αριθμό

**Τα αλκάλια**

3.
α. $2Na(s) + 2H_2O(l) \rightarrow 2Na^+(aq) + 2OH^-(l) + H_2(g)$,
β. βασικό.

4. Αντιδρά με το οξυγόνο του αέρα και οξειδώνεται.

**Μερικές ιδιότητες και χρήσεις των μετάλλων**

3. Η 1η γιατί ο Zn είναι πιο δραστικό μέταλλο από το Cu.

4. Το σιδερένιο κουταλάκι θα επιχαλκωθεί, ενώ το ασημένιο όχι.
$Fe(s) + Cu^{2+}(aq) \rightarrow Fe^{2+}(aq) + Cu(s)$.

5. Είναι μέταλλα σχετικά αδρανή, είναι αυτοφυή και δε σκουριάζουν.

6. Χάλκινο

**Το πυρίτιο**

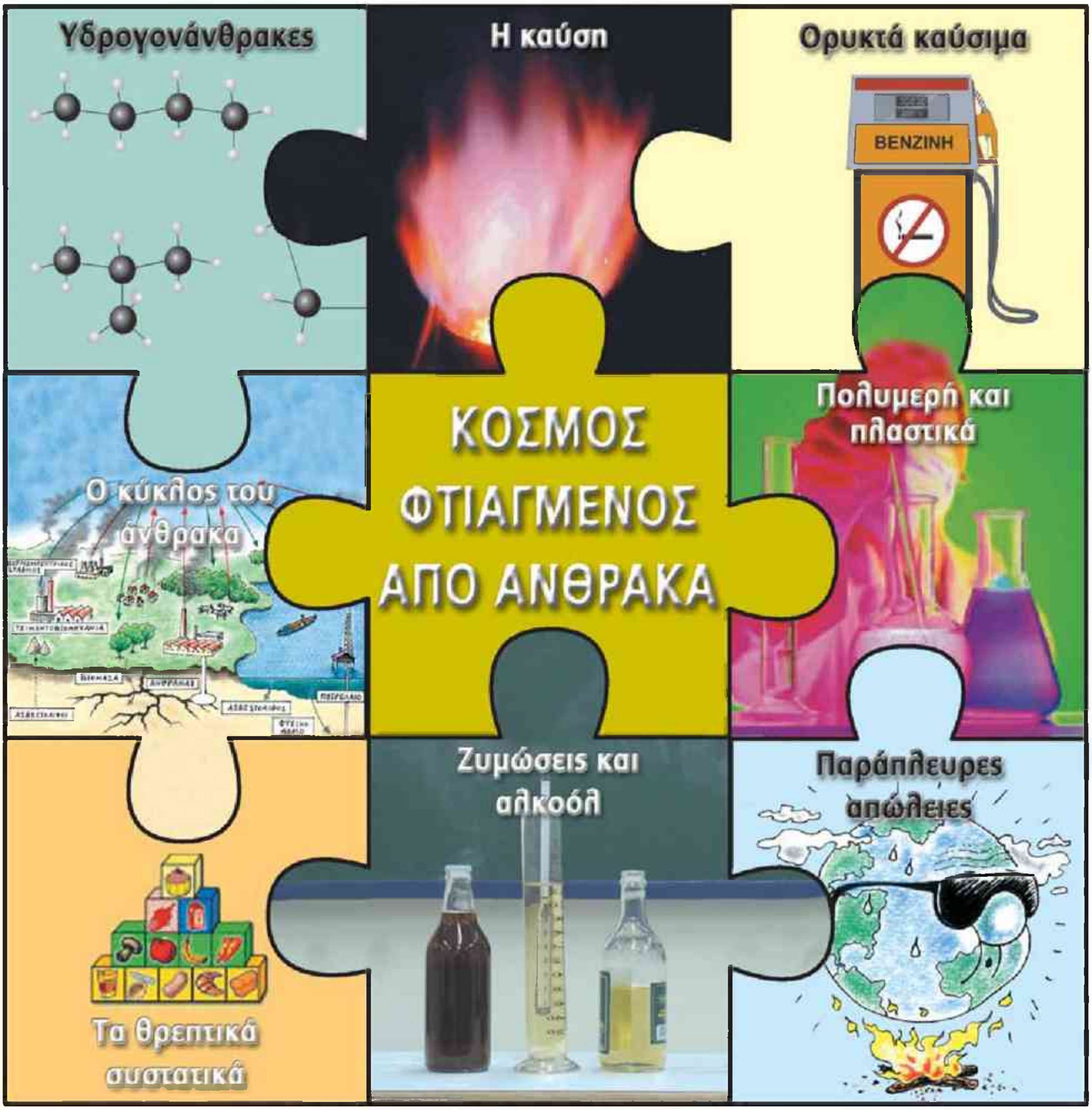
3. i-β, ii-δ, iii-α, iv-γ

**Τα αλογόνα**

3. $Ag^+(aq) + Cl^-(aq) \rightarrow AgCl(s)$.

4. Καταστρέφουν το όζον της στρατόσφαιρας.

# Η ΧΗΜΕΙΑ ΤΟΥ ΑΝΘΡΑΚΑ 3



# 1. Οι υδρογονάνθρακες

Ο άνθρακας είναι ένα στοιχείο όλο εκπλήξεις. Ένας ολόκληρος κλάδος της Χημείας, η **Οργανική Χημεία**, μελετά τις ενώσεις του άνθρακα, εκτός από τα οξείδια του άνθρακα και τα ανθρακικά άλατα. Η **Χημεία των οργανικών ενώσεων** έχει τεράστιο ενδιαφέρον, όχι μόνο γιατί οι ζωντανοί οργανισμοί σχηματίζονται από ενώσεις που περιέχουν άνθρακα, αλλά και γιατί ένα μέρος του κόσμου που μας περιβάλλει είναι κατασκευασμένο από αυτές. Οι άνθρωποι τρέφονται, κινούνται πολλές φορές, ντύνονται και θεραπεύονται χρησιμοποιώντας οργανικές ενώσεις.

Η Μέση Ανατολή (Περσία, Παλαιστίνη, Ισραήλ, Ιράκ, Λίβανος) είναι η περιοχή στην οποία έγιναν οι περισσότερες πολεμικές συρράξεις μετά το Β΄ Παγκόσμιο πόλεμο. Όλες έγιναν βασικά για τον έλεγχο των κοιτασμάτων του πετρελαίου και του φυσικού αερίου. Τι είναι από χημική άποψη το πετρέλαιο και το φυσικό αέριο; Είναι μείγματα κυρίως υδρογονανθράκων.

Ο *μοριακός τύπος* μιας ένωσης μας πληροφορεί για το είδος και τον αριθμό των ατόμων κάθε στοιχείου στο μόριο της ένωσης.

Ο *συντακτικός τύπος* μιας ένωσης μας πληροφορεί:

**α.** για το είδος και τον αριθμό των ατόμων κάθε στοιχείου στο μόριο της ένωσης και

**β.** για τον τρόπο σύνδεσής τους στο επίπεδο.

**Έννοιες κλειδιά:** υδρογονάνθρακες • κορεσμένοι • ακόρεστοι • άκυκλοι • κυκλικοί • καύση • τέλεια • ατελής • καυσαέρια

**Όταν θα έχετε μελετήσει την ενότητα αυτή, θα μπορείτε:**

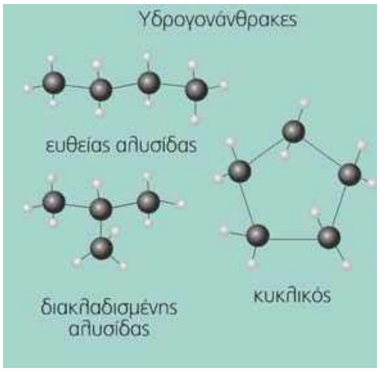
1. Να ορίζετε ποιες χημικές ενώσεις ονομάζονται υδρογονάνθρακες.
2. Να ταξινομείτε τους υδρογονάνθρακες σύμφωνα με τη δομή τους.
3. Να συνδέετε το σημείο βρασμού των υδρογονανθράκων με το μήκος της ανθρακικής αλυσίδας τους.
4. Να ονομάζετε τους υδρογονάνθρακες οι οποίοι περιέχουν στο μόριό τους έως τρία άτομα άνθρακα.
5. Να αναφέρετε τα προϊόντα της τέλειας και της ατελούς καύσης των υδρογονανθράκων και να διαπιστώνετε πειραματικά το σχηματισμό του διοξειδίου του άνθρακα και των υδρατμών.
6. Να αναφέρετε τις εφαρμογές της καύσης των υδρογονανθράκων.
7. Να εκτιμάτε τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις από την καύση των υδρογονανθράκων.
8. Να αξιολογείτε τα μέτρα εναντίον της ατμοσφαιρικής ρύπανσης και να επιλέγετε τα ενδεδειγμένα κατά περίπτωση.

## 1.1 Γενικά

Οι υδρογονάνθρακες είναι μια μεγάλη ομάδα ενώσεων που, όπως δηλώνει και το όνομά τους, αποτελούνται μόνον από άτομα άνθρακα και υδρογόνου. Ο αριθμός τους είναι μεγαλύτερος από 7 εκατομμύρια. Το *πετρέλαιο* και το *φυσικό αέριο* είναι η κύρια πηγή παραγωγής υδρογονανθράκων. Ο μεγάλος αριθμός τους και η ανάγκη για ουσιαστική μελέτη των ιδιοτήτων και των μεθόδων παρασκευής τους υποχρέωσε τους χημικούς να τους ταξινομήσουν σε ομάδες είτε με βάση τη μορφή της ανθρακικής αλυσίδας είτε με τον τρόπο σύνδεσης των ατόμων άνθρακα μεταξύ τους.

***Γιατί ο άνθρακας σχηματίζει τόσες πολλές ενώσεις;***
Ο κυριότερος λόγος είναι η ιδιαίτερη ικανότητα που έχουν τα άτομα του άνθρακα να συνδέονται μεταξύ τους και να σχηματίζουν ανοικτές αλυσίδες και κλειστές αλυσίδες, που ονομάζονται δακτύλιοι.

## 1.2 Ταξινόμηση υδρογονανθράκων




Σκελετός των υδρογονανθράκων είναι η ανθρακική αλυσίδα και με βάση τη μορφή της οι υδρογονάνθρακες διακρίνονται σε:

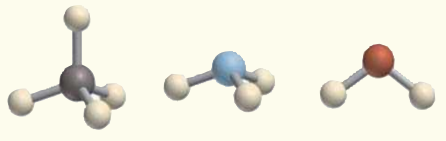
- **άκυκλους**, στους οποίους τα άτομα άνθρακα σχηματίζουν ανοικτές αλυσίδες. Σε αυτές τα άτομα του άνθρακα ή είναι διατεταγμένα στη σειρά *(ευθεία αλυσίδα)* ή διακλαδίζονται *(διακλαδισμένη αλυσίδα)* και
- **κυκλικούς**, στους οποίους τα άτομα άνθρακα σχηματίζουν κλειστές αλυσίδες, δηλαδή *δακτύλιους*.

Με βάση τον τρόπο σύνδεσης των ατόμων άνθρακα, οι υδρογονάνθρακες διακρίνονται σε:

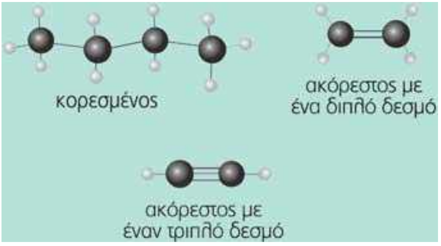
- κορεσμένους και
- ακόρεστους.

**Κορεσμένοι** ονομάζονται οι υδρογονάνθρακες στους οποίους όλα τα άτομα άνθρακα συνδέονται μεταξύ τους με έναν *απλό δεσμό*.

**Ακόρεστοι** ονομάζονται οι υδρογονάνθρακες στους οποίους δύο τουλάχιστον άτομα άνθρακα συνδέονται μεταξύ τους με *διπλό* ή με *τριπλό δεσμό*.



Στο προσομοίωμα του μεθανίου, το άτομο του άνθρακα συνδέεται με 4 άτομα υδρογόνου και λέμε ότι ο άνθρακας σχηματίζει 4 δεσμούς με άλλα άτομα άνθρακα, υδρογόνου ή άλλων στοιχείων και το υδρογόνο σχηματίζει 1 δεσμό. Αντίστοιχα στα άλλα προσομοιώματα της αμμωνίας και του νερού, φαίνεται ότι το άζωτο σχηματίζει 3 δεσμούς και το οξυγόνο 2 δεσμούς με το υδρογόνο.

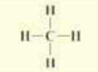
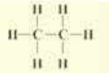
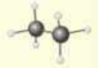
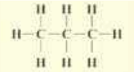
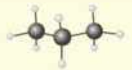



Οι άκυκλοι κορεσμένοι υδρογονάνθρακες ονομάζονται *αλκάνια*. Οι άκυκλοι ακόρεστοι υδρογονάνθρακες με ένα διπλό δεσμό ονομάζονται *αλκένια* και οι άκυκλοι ακόρεστοι υδρογονάνθρακες με έναν τριπλό δεσμό ονομάζονται *αλκίνια*.

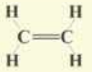
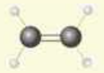
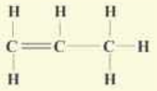
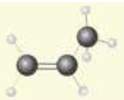
## Οι υδρογονάνθρακες

Στους παρακάτω πίνακες παρουσιάζονται οι υδρογονάνθρακες που περιέχουν 1-3 άτομα άνθρακα (C) στο μόριό τους.

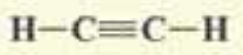
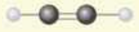
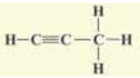
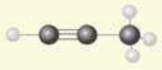
**Πίνακας 1: Αλκάνια**

| όνομα | μοριακός τύπος | συντακτικός τύπος | προσομοίωμα | σημείο βρασμού (°C) |
|---|---|---|---|---|
| μεθάνιο | $CH_4$ |  | | – 162 |
| αιθάνιο | $C_2H_6$ |  |  | – 88,5 |
| προπάνιο | $C_3H_8$ |  |  | – 42 |

**Πίνακας 2: Αλκένια**

| όνομα | μοριακός τύπος | συντακτικός τύπος | προσομοίωμα | σημείο βρασμού (°C) |
|---|---|---|---|---|
| αιθένιο | $C_2H_4$ |  |  | – 102 |
| προπένιο | $C_3H_6$ |  |  | – 48 |

**Πίνακας 3: Αλκίνια**

| όνομα | μοριακός τύπος | συντακτικός τύπος | προσομοίωμα | σημείο βρασμού (°C) |
|---|---|---|---|---|
| αιθίνιο | $C_2H_2$ |  |  | – 75 |
| προπίνιο | $C_3H_4$ |  |  | – 23 |

## 1.3 Καύση των υδρογονανθράκων

Η καύση είναι η πιο γνωστή από την εμπειρία μας χημική αντίδραση, τόσο προσιτή που ίσως ποτέ δεν αναρωτηθήκαμε τι είναι.

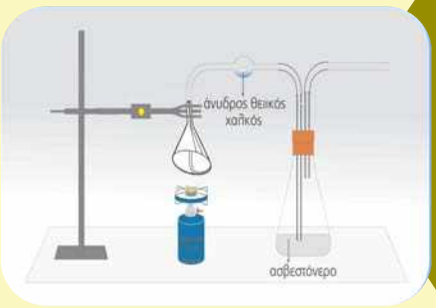
**Καύση ονομάζεται η χημική αντίδραση ενός στοιχείου ή μιας χημικής ένωσης με το οξυγόνο, η οποία συνοδεύεται από παραγωγή θερμότητας και φωτός.**

Τα αέρια προϊόντα της καύσης ονομάζονται καυσαέρια.

**ΠΕΙΡΑΜΑ** **Καύση βουτανίου και ανίχνευση των καυσαερίων**

**Τι θα κάνουμε**

Πάνω από ένα λύχνο, που περιέχει βουτάνιο που καίγεται, τοποθετούμε το χωνί της διπλανής συσκευής. Το χωνί συνδέεται με σωλήνα που περιέχει άνυδρο θειικό χαλκό και στη συνέχεια με κωνική φιάλη, η οποία περιέχει διαυγές ασβεστόνερο.



### Τι παρατηρούμε μετά από λίγα λεπτά;

- Ο λευκός άνυδρος θειικός χαλκός στο σωλήνα γίνεται μπλε. Γιατί;

  *Κατά την καύση του βουτανίου παράγεται νερό, το οποίο δεσμεύεται από τον άνυδρο θειικό χαλκό και τον μετατρέπει σε ένυδρο που είναι μπλε.*

- Το διαυγές ασβεστόνερο στην κωνική φιάλη θολώνει. Γιατί;

  *Κατά την καύση του βουτανίου παράγεται διοξείδιο του άνθρακα, το οποίο δεσμεύεται από το διαυγές διάλυμα ασβεστόνερου και σχηματίζει δυσδιάλυτο ανθρακικό ασβέστιο ($CaCO_3$).*

Το $H_2O$ προέκυψε από την ένωση του υδρογόνου (H) που περιέχεται στο βουτάνιο με το οξυγόνο του αέρα που χρησιμοποιείται για την καύση. Το $CO_2$ προέκυψε από την ένωση του άνθρακα (C) που περιέχεται στο βουτάνιο επίσης με το οξυγόνο του αέρα. Τα ίδια προϊόντα προκύπτουν από την καύση οποιουδήποτε υδρογονάνθρακα με επαρκή ποσότητα οξυγόνου.

**Η καύση των οργανικών ενώσεων με επαρκή ποσότητα οξυγόνου κατά την οποία ο άνθρακας μετατρέπεται σε $CO_2$ ονομάζεται τέλεια καύση**.

Οι χημικές εξισώσεις οι οποίες περιγράφουν την τέλεια καύση του μεθανίου και του βουτανίου είναι:

| μεθάνιο | + | οξυγόνο | → | διοξείδιο του άνθρακα | + | νερό | + | θερμότητα |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|

| $CH_4(g)$ | + | $2\ O_2(g)$ | → | $CO_2(g)$ | + | $2\ H_2O(g)$ | + | θερμότητα |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|

| βουτάνιο | + | οξυγόνο | → | διοξείδιο του άνθρακα | + | νερό | + | θερμότητα |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|

| $2\ C_4H_{10}(g)$ | + | $13\ O_2(g)$ | → | $8\ CO_2(g)$ | + | $10\ H_2O(g)$ | + | θερμότητα |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|

**Παρατηρούμε:** Όσα άτομα C, H, και O υπάρχουν στο 1ο μέλος, τόσα υπάρχουν και στο 2ο μέλος της χημικής εξίσωσης (διατήρηση των ατόμων).

**ΠΕΙΡΑΜΑ** **Η καύση της παραφίνης μπορεί να παράγει αιθάλη, δηλαδή καπνιά.**

**Τι θα κάνουμε**

1. Τοποθετούμε ένα κερί παραφίνης σε κατάλληλη βάση και ανάβουμε το φυτίλι.
2. Περνάμε μέσα από τη φλόγα του κεριού, μερικές φορές, μια γυάλινη επιφάνεια ή ένα άσπρο πιάτο.

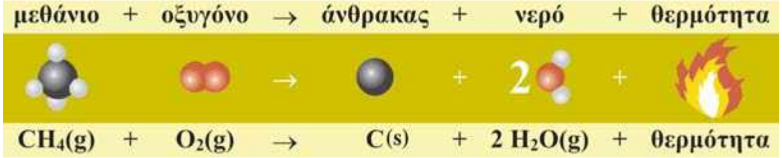
### Τι παρατηρούμε στη γυάλινη επιφάνεια ή στην επιφάνεια του πιάτου;

Στη γυάλινη επιφάνεια σχηματίζονται μαύρα ίχνη. Τα ίχνη αυτά είναι καπνιά, δηλαδή άνθρακας που δεν κάηκε, ο οποίος ονομάζεται *αιθάλη*. Η αιθάλη παράγεται επειδή η ποσότητα του διαθέσιμου οξυγόνου δεν είναι επαρκής για την τέλεια καύση της παραφίνης.

Όταν ένας υδρογονάνθρακας καίγεται με ανεπαρκή ποσότητα οξυγόνου η καύση ονομάζεται **ατελής**. Στις ατελείς καύσεις παράγονται υδρατμοί και από τον άνθρακα μπορούν να παραχθούν μονοξείδιο του άνθρακα (CO) ή αιθάλη (C) ή άλλα προϊόντα.

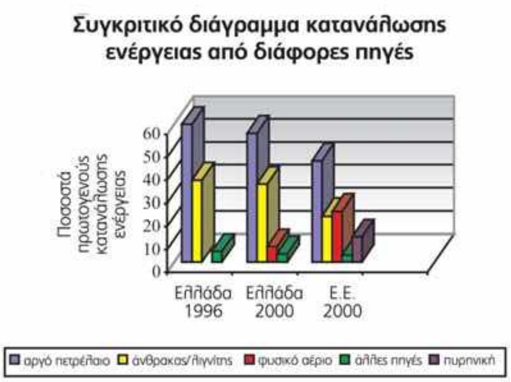
## Οι υδρογονάνθρακες

Χημικές εξισώσεις που περιγράφουν την ατελή καύση του μεθανίου:




## 1.4 Οι υδρογονάνθρακες ως καύσιμα

Η καύση είναι η πρώτη χημική αντίδραση που χρησιμοποιήθηκε από τους ανθρώπους. Οι μακρινοί μας πρόγονοι έκαιγαν ξύλα για να ζεσταθούν, να μαγειρέψουν και να παράγουν νέα υλικά, όπως αντικείμενα αργιλοπλαστικής. Ακόμη και σήμερα καίγονται υλικά για τη θέρμανση, το μαγείρεμα, την κίνηση αυτοκίνητων, τρένων, πλοίων, αεροπλάνων και για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας. Τα υλικά αυτά ονομάζονται *καύσιμα*.




Τα καύσιμα, τα οποία εξορύσσονται από τη γη και ονομάζονται **ορυκτά καύσιμα** είναι:

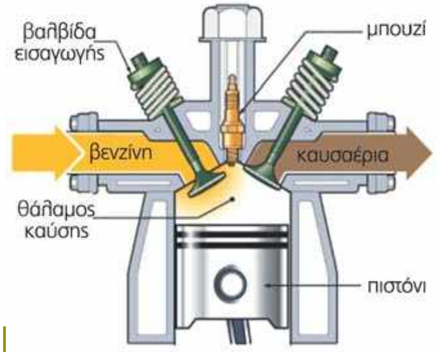
- ο άνθρακας
- το πετρέλαιο
- το φυσικό αέριο.

Το πετρέλαιο και το φυσικό αέριο αποτελούνται κυρίως από κορεσμένους υδρογονάνθρακες. Η καύση τους είναι μια εξώθερμη αντίδραση η οποία ελευθερώνει την απαραίτητη ενέργεια για τις ανάγκες της κοινωνίας μας.

## 1.5 Η ρύπανση της ατμόσφαιρας

Ένα μεγάλο μέρος της ατμοσφαιρικής ρύπανσης, η οποία αποτελεί ένα φλέγον περιβαλλοντικό πρόβλημα, οφείλεται στα καυσαέρια, δηλαδή τα αέρια τα οποία εκπέμπονται κατά την καύση του πετρελαίου, της βενζίνης ή του φυσικού αερίου. Τα καυσαέρια διακρίνονται σε αδρανή (μη τοξικά) και σε τοξικά.

**Αδρανή:** Το $H_2O$ και το $CO_2$. Το $CO_2$ δεν είναι τοξικό, αλλά είναι αέριο του θερμοκηπίου και ενοχοποιείται για την υπερθέρμανση του πλανήτη.




Βενζινοκινητήρας: μετατρέπει την ενέργεια από την καύση της βενζίνης σε κινητική ενέργεια.

**Τοξικά:**

**α.** Τα οξείδια του αζώτου (NO, $NO_2$), τα οποία συμβολίζονται $NO_X$, και είναι υπεύθυνα για το

φωτοχημικό νέφος, την όξινη βροχή και τη δημιουργία όζοντος ($O_3$) στα κατώτερα στρώματα της ατμόσφαιρας.

**β.** Το μονοξείδιο του άνθρακα (CO) είναι δηλητηριώδες, γιατί δεσμεύεται από την αιμοσφαιρίνη του αίματος και σε μεγάλες ποσότητες προκαλεί το θάνατο.

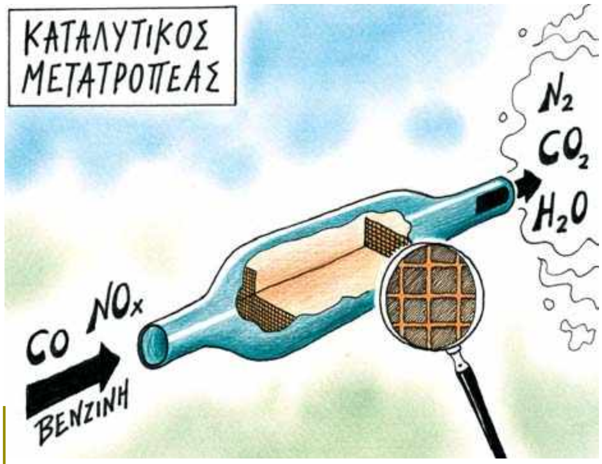
**γ.** Τα οξείδια του θείου ($SO_3$, $SO_2$), τα οποία συμβολίζονται $SO_X$ είναι υπεύθυνα για την όξινη βροχή και προκαλούν προβλήματα στο αναπνευστικό σύστημα.

## 1.6 Μέτρα προστασίας από την ατμοσφαιρική ρύπανση

Η αύξηση της βιομηχανικής παραγωγής, η βελτίωση του βιοτικού επιπέδου, η αύξηση των κάθε είδους καταναλωτικών αναγκών στις ανεπτυγμένες χώρες έχουν ως αναπόφευκτη συνέπεια την αύξηση των ενεργειακών αναγκών, επομένως την αύξηση της χρήσης ορυκτών καυσίμων και την αύξηση της ατμοσφαιρικής ρύπανσης. Οι επιπτώσεις της ατμοσφαιρικής ρύπανσης στην υγεία των ανθρώπων, στο φυσικό και το ανθρωπογενές περιβάλλον, αλλά και στην παγκόσμια οικονομία είναι ανυπολόγιστες. Οι κίνδυνοι αυτοί ανάγκασαν τις κυβερνήσεις πολλών κρατών να πάρουν μέτρα για τον περιορισμό της ρύπανσης.

### Οι βασικοί τρόποι για τη μείωση των ρύπων είναι:

1. **Αλλαγή στη λειτουργία των κινητήρων των αυτοκινήτων.** Η χρήση καταλυτικών μετατροπέων επέτρεψε τη βελτίωση των κινητήρων, ώστε να χρησιμοποιούν λιγότερο βλαβερά καύσιμα. Στους καταλυτικούς μετατροπείς τα οξείδια του αζώτου μετατρέπονται σε άζωτο, το μονοξείδιο του άνθρακα σε διοξείδιο του άνθρακα και οι άκαυστοι υδρογονάνθρακες σε διοξείδιο του άνθρακα και νερό.




Ο καταλυτικός μετατροπέας περιορίζει τις εκπομπές τοξικών αερίων.

2. **Βελτίωση του καυσίμου που χρησιμοποιείται.** Κυρίως συνίσταται στην απομάκρυνση του θείου από τα καύσιμα, ώστε να περιοριστεί η παραγωγή των οξειδίων του θείου.

3. **Έμμεσοι τρόποι** που αποσκοπούν στον περιορισμό της αυτοκίνησης και στη χρήση μέσων μαζικής μεταφοράς.

*Για την ουσιαστικότερη αντιμετώπιση του προβλήματος συζητούνται και άλλες λύσεις, όπως:*

- Η χρήση ηλεκτρικής ενέργειας στην κίνηση των αυτοκινήτων (ηλεκτρικά αυτοκίνητα).
- Η αντικατάσταση του καυσίμου των αυτοκινήτων από υδρογόνο, από την καύση του οποίου παράγεται νερό.

## Οι υδρογονάνθρακες

- Η συστηματική συντήρηση των κινητήρων των αυτοκινήτων, ώστε να μην είναι ατελής η καύση.
- Η αντικατάσταση του καυσίμου από καθαρό οινόπνευμα ή από μείγμα οινοπνεύματος και βενζίνης (πράσινη βενζίνη), κατά το παράδειγμα της Βραζιλίας.
- Η χρήση της βιομάζας για τη θέρμανση και την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας. **Βιομάζα είναι το σύνολο των οργανικών υλών που παράγονται από φυτικά ή ζωικά απορρίμματα και χρησιμοποιείται ως καύσιμο.**

### *Είναι θέμα... Χημείας*

**Προμηθέας Δεσμώτης**

Η μεγάλη σημασία της φωτιάς για τη βελτίωση του βιοτικού επιπέδου των ανθρώπων και την εξέλιξη του πολιτισμού ήταν γνωστή στους αρχαίους Έλληνες, όπως φαίνεται τόσο από τη θέση που έδιναν στη φωτιά οι φυσικοί φιλόσοφοι (πρωταρχικό στοιχείο μαζί με τη γη, το νερό και τον αέρα για τον Αριστοτέλη), όσο και για την αναφορά της ως μεγάλου δώρου στο μύθο του Προμηθέα.

Σύμφωνα με την ελληνική μυθολογία ο Προμηθέας ήταν ο γιος του τιτάνα Ιαπετού. Έκλεψε από το Δία και τους άλλους θεούς την ιερή φωτιά και την έδωσε στους ανθρώπους για να ευκολύνει τη ζωή τους μεταφέροντάς την από τον Όλυμπο με ένα βλαστό από μάραθο. Η οργή του Δία ήταν απερίγραπτη και διέταξε να αλυσοδεθεί ο Προμηθέας στον Καύκασο. Εκεί ένας αετός του έτρωγε κάθε μέρα το συκώτι, που όμως ξαναγεννιόταν, ώστε το μαρτύριό του να κρατήσει αιώνια. Η τιμωρία του Προμηθέα τελείωσε όταν ο Ηρακλής σκότωσε τον αετό.

http://www.mythweb.com/
http://www.greekmythology.com/

**Το υδρογόνο: ένα καύσιμο από το μέλλον και για το μέλλον;**

Η καύση των ορυκτών καυσίμων έχει δημιουργήσει προβλήματα με τις εκπομπές ατμοσφαιρικών ρύπων αλλά και αγωνία για το μέλλον, γιατί θα εξαντληθούν τα αποθέματά τους. Το υδρογόνο μπορεί να αποθηκευτεί και να χρησιμοποιηθεί ως καύσιμο τόσο για θέρμανση όσο και για κίνηση.

*Τα βασικά πλεονεκτήματα της χρήσης υδρογόνου ως καυσίμου είναι:*

**1.** Παράγεται από την ηλεκτρόλυση του νερού που είναι ανανεώσιμος φυσικός πόρος.
**2.** Είναι απόλυτα καθαρό καύσιμο, γιατί προϊόν της καύσης είναι το νερό.

*Υπάρχουν όμως και μειονεκτήματα:*

**1.** Η ηλεκτρόλυση του νερού είναι μια ενεργοβόρα διαδικασία. Η λύση στο πρόβλημα αυτό θα μπορούσε να είναι η χρήση άλλων ανανεώσιμων πηγών ενέργειας, όπως οι ανεμογεννήτριες ή τα φωτοβολταϊκά συστήματα που εκμεταλλεύονται την ηλιακή ενέργεια.
**2.** Οι αποθήκες-«κυψέλες» υδρογόνου είναι πολύ μεγάλες και βαριές σε σχέση με τα ντεπόζιτα βενζίνης.
**3.** Απαιτείται νέα τεχνογνωσία και μεγάλες επενδύσεις για την αλλαγή της τεχνολογίας των αυτοκινήτων.

http://www.eere.energy.gov/hydrogenandfuelcells/education/abcs.html
http://www.clean-air.org/fuelcellfaq.htm
http://www.geocities.com/thesciencefiles/hydrogen/power.html

## ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ – ΑΣΚΗΣΕΙΣ

ΣΤΟΧΟΙ

1. **α.** Ποιες χημικές ενώσεις μελετά η Οργανική Χημεία; 1
   **β.** Ποιες χημικές ενώσεις ονομάζονται υδρογονάνθρακες;
   **γ.** Από τις ακόλουθες χημικές ενώσεις, ποιες είναι οργανικές ενώσεις και ποιες είναι υδρογονάνθρακες; Να δικαιολογήσετε τις απαντήσεις σας.
   **i.** $CH_3CH_2OH$, **ii.** $CH_2{=}CHCH_3$, **iii.** $CH_3CH_2CH_2CH_2CH_3$,
   **iv.** $CH_3CH_2NH_2$, **v.** $CO_2$.
2. Σε ποιες κατηγορίες ταξινομούνται οι υδρογονάνθρακες με βάση: 2
   **α.** τη μορφή της ανθρακικής αλυσίδας;
   **β.** τον τρόπο σύνδεσης των ατόμων άνθρακα μεταξύ τους;
3. Στον ακόλουθο πίνακα δίνονται επτά υδρογονάνθρακες. 3, 4

| | | |
|---|---|---|
| $CH_3-CH_3$ | $CH_2{=}CH_2$ | $CH{\equiv}CH$ |
| $CH_3-CH_2-CH_3$ | $CH_3CH{=}CH_2$ | $CH_3C{\equiv}CH$ |
| $CH_4$ | | |

   **α.** Να φτιάξετε έναν ίδιο πίνακα στον οποίο να γράψετε στην αντίστοιχη θέση το όνομα του υδρογονάνθρακα και το αν είναι κορεσμένος ή ακόρεστος.
   **β.** Οι υδρογονάνθρακες της 1ης στήλης μπορούν να αποδοθούν με το γενικό τύπο: $C_vH_{2v+2}$, όπου v ο αριθμός των ατόμων C. Να επαληθεύσετε ότι ο τύπος ισχύει και για τους τρεις υδρογονάνθρακες. Να προσπαθήσετε να βρείτε έναν αντίστοιχο τύπο για τους υδρογονάνθρακες της 2ης στήλης.
   **γ.** Να παρατηρήσετε τα ονόματα των υδρογονανθράκων κάθε οριζόντιας γραμμής και να εντοπίσετε τις ομοιότητες και τις διαφορές τους.
   **δ.** Να παρατηρήσετε τους πίνακες 1, 2, 3 του βιβλίου σας (σελ. 82), να αναφέρετε πώς μεταβάλλεται το σημείο βρασμού από πάνω προς τα κάτω σε κάθε κατακόρυφη στήλη τους και να δώσετε μία πιθανή εξήγηση για τη μεταβολή.
4. **α.** Τι ονομάζεται καύση; 5
   **β.** Να γράψετε τη χημική εξίσωση
   **i.** της τέλειας καύσης του μεθανίου,
   **ii.** της ατελούς καύσης του μεθανίου προς CO,
   **iii.** της ατελούς καύσης του μεθανίου προς αιθάλη.
   **γ.** Να γράψετε τις χημικές εξισώσεις της τέλειας καύσης του αιθανίου, του προπανίου και του αιθινίου.
5. **α.** Σε ποια καύσιμα καθημερινής χρήσης υπάρχουν υδρογονάνθρακες; 5, 6
   **β.** Πριν να ηλεκτροδοτηθούν οι δρόμοι των πόλεων, ο φωτισμός τους γίνονταν με ειδικές λάμπες ασετυλίνης, στις οποίες καιγόταν αιθίνιο.
   Να ανατρέξετε στο βιβλίο σας, να βρείτε τον τύπο του αιθινίου και να γράψετε τη χημική εξίσωση της τέλειας καύσης του.
   **γ.** Ποιες είναι οι κύριες εφαρμογές της καύσης των υδρογονανθράκων σήμερα;
6. **α.** Ποια είναι τα πιο σημαντικά περιβαλλοντικά προβλήματα που έχουν ως πηγή την καύση υδρογονανθράκων; 7, 8
   **β.** Πώς μπορεί ένας συνειδητοποιημένος πολίτης να συνεισφέρει στον περιορισμό της ατμοσφαιρικής ρύπανσης;

# 2. Πετρέλαιο-Φυσικό αέριο-Πετροχημικά

Ο 20ός αιώνας χαρακτηρίστηκε, όχι άδικα, αιώνας της ταχύτητας, γιατί παρατηρήθηκε μια έκρηξη στην ανάπτυξη των μεταφορών και της επικοινωνίας. Η ανάπτυξη της βιομηχανίας των αυτοκινήτων, των αεροπλάνων αλλά και των υπόλοιπων μεταφορικών μέσων δε θα μπορούσε να επιτευχθεί χωρίς την αξιοποίηση του πετρελαίου. Το **πετρέλαιο ως καύσιμο** χρησιμοποιείται και για τη θέρμανση και για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας για αστική, αγροτική και βιομηχανική χρήση. Όμως, όπως ανέφερε ο Mendeleev, «το πετρέλαιο είναι πολύ πολύτιμο για να καίγεται», γιατί αποτελεί την πρώτη ύλη για την παραγωγή πολλών χρήσιμων προϊόντων, όπως τα απορρυπαντικά, τα φάρμακα, τα πλαστικά και πολλά άλλα. Πολλές από τις γεωπολιτικές και οικονομικές ανακατατάξεις του 20ού αιώνα είχαν ως στόχο τον έλεγχο των κοιτασμάτων του πετρελαίου που χαρακτηρίστηκε **μαύρος χρυσός**.

**Έννοιες κλειδιά:** πετρέλαιο • φυσικό αέριο • κλασματική απόσταξη • αριθμός οκτανίου • πετροχημικά • πολυμερισμός • πλαστικά

**Όταν θα έχετε μελετήσει την ενότητα αυτή, θα μπορείτε:**

1. Να απαριθμείτε τα κυριότερα συστατικά του πετρελαίου.
2. Να περιγράφετε με συντομία τη διαδικασία σχηματισμού των κοιτασμάτων του πετρελαίου και του φυσικού αερίου.
3. Να αναφέρετε σε τι αποσκοπούν η αποθείωση και η κλασματική απόσταξη.
4. Να αναφέρετε τα κύρια συστατικά του φυσικού αερίου και τις χρήσεις του.
5. Να συγκρίνετε ως καύσιμα το πετρέλαιο και το φυσικό αέριο.
6. Να αναφέρετε διάφορα πετροχημικά προϊόντα που βρίσκονται στο περιβάλλον σας.
7. Να αποδίδετε τον πολυμερισμό με χημικές εξισώσεις και προσομοιώματα.
8. Να διακρίνετε τα πλαστικά από τα πολυμερή.
9. Να συνεκτιμάτε τα πλεονεκτήματα και τα μειονεκτήματα των συνθετικών πολυμερών.

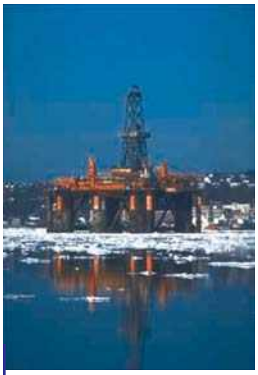
## 2.1 Γιατί το πετρέλαιο είναι τόσο δημοφιλές;

Στον ανεπτυγμένο κόσμο η άνοδος του βιοτικού επιπέδου και η ανάπτυξη της τεχνολογίας στις μεταφορές συνδέονται με τα παράγωγα του πετρελαίου. Τα αυτοκίνητα που κινούνται με παράγωγα του πετρελαίου ή φυσικό αέριο είναι ρυπογόνα.

Γιατί λοιπόν επιμένουμε σε αυτά; Τα ηλεκτρικά αυτοκίνητα θα ήταν μια λύση γιατί δεν είναι θορυβώδη και προκαλούν μηδαμινή ρύπανση. Όμως χρειάζονται βαριές μπαταρίες, οι οποίες απαιτούν πολύ χρόνο για να φορτιστούν και οι επιδόσεις των αυτοκινήτων σε ταχύτητα είναι πολύ περιορισμένες. Χαρακτηριστικά μπορούμε να πούμε ότι η βενζίνη που παρέχει μια αντλία σε 1s παρέχει ενέργεια ίση με 34.000.000J, ενώ η ενέργεια μιας μπαταρίας που φορτίστηκε 1s είναι 55J!!! Η μεγάλη ποσότητα ενέργειας την οποία παρέχουν τα παράγωγα του πετρελαίου, σε συνδυασμό με τη φθηνή εγκατάσταση των αντλιών και την εξοικονόμηση χρόνου, καθιστούν το πετρέλαιο εύχρηστο και δημοφιλές.

## 2.2 Σύσταση και σχηματισμός πετρελαίου και φυσικού αερίου

Το πετρέλαιο είναι ένα ορυκτό υγρό καύσιμο το οποίο αντλείται από το υπέδαφος με γεωτρήσεις. Αποτελείται κυρίως από υγρούς υδρογονάνθρακες μέσα στους οποίους είναι διαλυμένοι αέριοι και στερεοί υδρογονάνθρακες. Περιέχει επίσης μικρές ποσότητες ενώσεων θείου, οξυγόνου και αζώτου. Η ακριβής σύσταση, το χρώμα και η πυκνότητα του πετρελαίου εξαρτώνται από την περιοχή προέλευσής του. Τα αποθέματα του πετρελαίου σχηματίστηκαν στο υπέδαφος της Γης σε διάστημα πολλών γεωλογικών αιώνων από την αποικοδόμηση ζωικής και φυτικής ύλης, κατά κανόνα θαλάσσιας προέλευσης (πλαγκτόν). Η οργανική αυτή ύλη εγκλωβίστηκε σε κοιλότητες στο εσωτερικό της Γης κατά τη διάρκεια μεγάλων γεωλογικών μετακινήσεων και ανακατατάξεων και υπό την επίδραση υψηλών θερμοκρασιών και πιέσεων και τη συμμετοχή βακτηριδίων μετασχηματίστηκε σε πετρέλαιο. Τα σημαντικότερα κοιτάσματα πετρελαίου υπάρχουν στη Σαουδική Αραβία, στο Ιράκ, στο Ιράν, στη Βενεζουέλα, τη Ρωσία και τη Λιβύη.

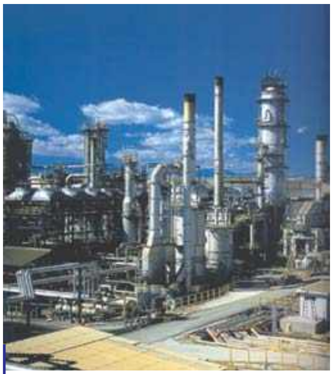


Θαλάσσια γεώτρηση

Το φυσικό αέριο αποτελείται κυρίως από μεθάνιο ($CH_4$) και από μικρότερες ποσότητες άλλων κορεσμένων υδρογονανθράκων, όπως αιθάνιο ($C_2H_6$), προπάνιο ($C_3H_8$) και βουτάνιο ($C_4H_{10}$). Σχηματίστηκε στο υπέδαφος της Γης με τρόπο ανάλογο με αυτό με τον οποίο σχηματίστηκε το πετρέλαιο. Τα σημαντικότερα κοιτάσματα φυσικού αερίου βρίσκονται στις πρώην Σοβιετικές Δημοκρατίες, τη Μέση Ανατολή και τις ΗΠΑ.

## 2.3 Αποθείωση και κλασματική απόσταξη του πετρελαίου

Το πετρέλαιο που αντλείται από το υπέδαφος ονομάζεται αργό πετρέλαιο και για να χρησιμοποιηθεί απαιτείται επεξεργασία. Για το σκοπό αυτό μεταφέρεται σε ειδικές βιομη-

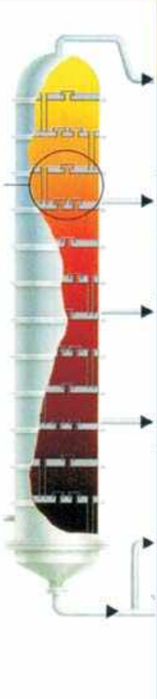


Μονάδα αποθείωσης πετρελαίου

χανικές μονάδες, τα διυλιστήρια πετρελαίου. Η πρώτη επεξεργασία την οποία υφίσταται ονομάζεται αποθείωση και αποσκοπεί στην απομάκρυνση των θειούχων προσμείξεων, οι οποίες κατά την καύση δημιουργούν τα ρυπογόνα οξείδια του θείου ($SO_X$). Στη συνέχεια το πετρέλαιο υποβάλλεται σε κλασματική απόσταξη.

**Η κλασματική απόσταξη είναι μέθοδος διαχωρισμού των συστατικών του πετρελαίου σε ομάδες υδρογονανθράκων (κλάσματα) με κριτήριο το σημείο βρασμού τους.** Επειδή το σημείο βρασμού των υδρογονανθράκων εξαρτάται από το «μέγεθός» τους, δηλαδή τον αριθμό των ατόμων άνθρακα από τα οποία αποτελείται το μόριό τους, η κλασματική απόσταξη διαχωρίζει το πετρέλαιο σε ομάδες υδρογονανθράκων με παραπλήσιο αριθμό ατόμων άνθρακα. Η κλασματική απόσταξη γίνεται στα διυλιστήρια σε ειδική κατακόρυφη στήλη μεγάλου μήκους που ονομάζεται **αποστακτική στήλη** και παρουσιάζεται στο ακόλουθο σχήμα.

**Πίνακας 4: Τα κυριότερα κλάσματα του πετρελαίου και οι χρήσεις τους**

| | όνομα κλάσματος αργού πετρελαίου | αριθμός ατόμων C | θερμοκρασία βρασμού σε °C | χρήσεις | |
|---|---|---|---|---|---|
|  | υγραέριο (προπάνιο, βουτάνιο) | 3 - 4 | -160 - 0 | οικιακό και βιομηχανικό καύσιμο | |
| | βενζίνη | 5 - 12 | 30 - 180 | καύσιμο για βενζινοκινητήρες | |
| | κηροζίνη | 10 - 15 | 180 - 230 | καύσιμο αεροπλάνων | |
| | πετρέλαιο ντίζελ και θέρμανσης | 12 - 20 | 230 - 310 | καύσιμο για φορτηγά, λεωφορεία, κινητήρες ντίζελ, θέρμανση κατοικιών | |
| | μαζούτ | | 310 - 400 | καύσιμο | |
| | ορυκτέλαιο | 20 - 50 | 300 - 600 | λιπαντικά | |
| | παραφίνη | > 20 | ≈ 600 | κεριά | |
| | άσφαλτος | | μεγαλύτερη από 500 | οδοποιία, στεγανοποιήσεις | |

**Βενζίνη είναι το κλάσμα του πετρελαίου το οποίο περιέχει υδρογονάνθρακες με 5-12 άτομα άνθρακα και χρησιμοποιείται ως καύσιμο στους περισσότερους κινητήρες εσωτερικής καύσης.** Η ποιότητα της βενζίνης καθορίζεται από έναν αριθμό που ονομάζεται αριθμός οκτανίου. Όσο μεγαλύτερος είναι ο **αριθμός οκτανίου** μιας βενζίνης τόσο πιο καλής ποιότητας είναι. Για τη βελτίωση της ποιότητας της βενζίνης χρησιμοποιήθηκαν στο παρελθόν ως πρόσθετα ενώσεις του μολύβδου. Η συσσώρευση μολύβδου στην ατμόσφαιρα και από εκεί στα υπόγεια νερά δημιούργησε σοβαρά προβλήματα, γιατί ο μόλυβδος είναι τοξικός. Σήμερα οι κινητήρες των αυτοκίνητων έχουν αλλάξει τεχνολογία και με τη βοήθεια καταλυτικών μετατροπέων λειτουργούν με αμόλυβδη βενζίνη.

## 2.4 Σύσταση και χρήσεις του φυσικού αερίου

Το φυσικό αέριο είναι μείγμα αέριων κορεσμένων υδρογονανθράκων με μικρό αριθμό ατόμων άνθρακα και κύριο συστατικό το μεθάνιο ($CH_4$). Χρησιμοποιείται για:

- **την παραγωγή ενέργειας**
- **την κίνηση των αυτοκινήτων**
- **οικιακή χρήση.**

Τοποθέτηση αγωγού φυσικού αερίου

Η Ελλάδα προμηθεύεται φυσικό αέριο από την Αλγερία, από όπου έρχεται σε υγρή μορφή με βυτιοφόρα πλοία και αποθηκεύεται στη νήσο Ρεβυθούσα. Ακόμη προμηθεύεται φυσικό αέριο από τη Ρωσία το οποίο φθάνει με αγωγούς στο σταθμό του Σιδηρόκαστρου, όπου ελέγχεται η ποιότητα και η ποσότητά του. Κατασκευάζεται επίσης ένας μεγάλος αγωγός Μπουργκάς – Αλεξανδρούπολης, ο οποίος θα μεταφέρει φυσικό αέριο από τη Ρωσία. Έτσι προωθείται και στην Ελλάδα η σύνδεση κατοικιών με το δίκτυο φυσικού αερίου, ώστε να χρησιμοποιηθεί για θέρμανση και κάλυψη οικιακών ενεργειακών αναγκών. Σε άλλες χώρες, όπως οι ΗΠΑ και η Βρετανία, το φυσικό αέριο έχει αντικαταστήσει τα παράγωγα του πετρελαίου εδώ και χρόνια στην οικιακή χρήση, γιατί παρουσιάζει σημαντικά πλεονεκτήματα σε σχέση με το πετρέλαιο.

## 2.5 Πλεονεκτήματα από τη χρήση του φυσικού αερίου

α. **Μείωση της εξάρτησης από το πετρέλαιο.** Η τιμή του πετρελαίου αυξάνεται πολύ συχνά λόγω της έκρυθμης κατάστασης στην ευρύτερη περιοχή της Μέσης Ανατολής, με συνέπεια την αύξηση της τιμής των περισσότερων προϊόντων και τη μείωση της βιομηχανικής παραγωγής με πολλαπλές κοινωνικές επιπτώσεις.

β. **Εξοικονόμηση ενέργειας.** Με την υποκατάσταση της ηλεκτρικής ενέργειας από το φυσικό αέριο στις οικιακές και εμπορικές χρήσεις θα αποφευχθούν οι απώλειες που παρατηρούνται κατά την παραγωγή και μεταφορά της ηλεκτρικής ενέργειας.

γ. **Προστασία του περιβάλλοντος.** Το φυσικό αέριο είναι η καθαρότερη πηγή ενέργειας μετά τις ανανεώσιμες μορφές, γιατί δεν παράγει οξείδια του θείου και του αζώτου. Τα μεγέθη των εκπεμπόμενων ρύπων είναι σαφώς μικρότερα σε σχέση με τους ρύπους που εκπέμπουν τα συνήθη καύσιμα και συνεπώς περιορίζεται η ατμοσφαιρική ρύπανση.

## 2.6 Πετροχημικά

Το πετρέλαιο είναι σημαντικό μόνο για την παραγωγή κλασμάτων (βενζίνη, κηροζίνη) που χρησιμοποιούνται ως καύσιμα; Όχι. Το πετρέλαιο χρησιμοποιείται ως πρώτη ύλη για την παραγωγή μεγάλου αριθμού οργανικών ουσιών, όπως είναι τα πλαστικά, οι διαλύτες, τα φάρμακα, τα απορρυπαντικά, οι τεχνητές υφάνσιμες ύλες κ.ά., τα οποία ονομάζονται **πετροχημικά**.

Συνθετικές υφάνσιμες ύλες
Ο καλύτερος φίλος του προβάτου

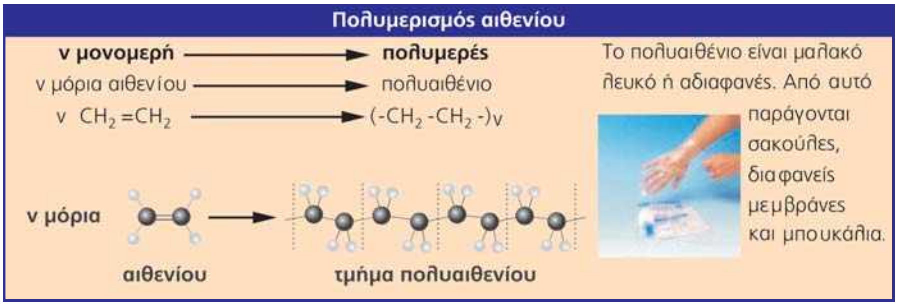
Ο κλάδος της Χημείας που μελετά τις διαδικασίες

παραγωγής προϊόντων από το πετρέλαιο ονομάζεται **Πετροχημεία**. Πολλά από τα αντικείμενα καθημερινής χρήσης παράγονται από το πετρέλαιο. Τα στυλό και τα περισσότερα μέρη του υπολογιστή είναι κατασκευασμένα από πλαστικό που παράγεται από το πετρέλαιο. Τα απορρυπαντικά, τα συνθετικά χρώματα και τα συνθετικά υφάσματα είναι προϊόντα της πετροχημικής βιομηχανίας.

## 2.7 Πολυμερισμός

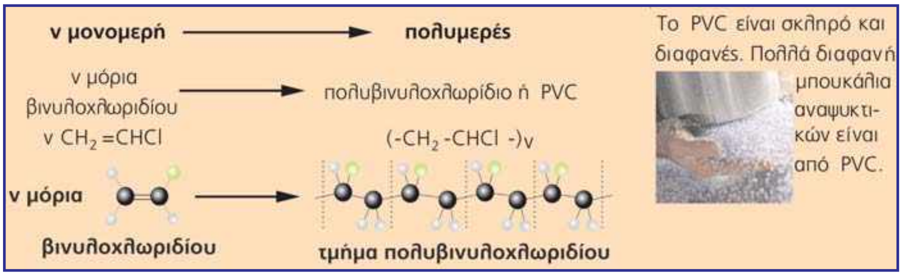
Ο πιο απλός ακόρεστος υδρογονάνθρακας με 1 διπλό δεσμό είναι το αιθένιο. Σε κατάλληλες συνθήκες πολλά μόρια αιθενίου μπορούν να ενωθούν μεταξύ τους και να δώσουν ένα γιγαντιαίο μόριο το οποίο ονομάζεται πολυαιθένιο ή πολυαιθυλένιο. Το αιθένιο είναι το *μονομερές* και το πολυαιθένιο το *πολυμερές*. Η αντίδραση αυτή είναι ο πολυμερισμός του αιθενίου και αποδίδεται σχηματικά στον ακόλουθο πίνακα.

Το καγιάκ, το κράνος και η ισοθερμική στολή του αθλητή είναι φτιαγμένα από πλαστικό.




**Πολυμερισμός είναι η χημική αντίδραση κατά την οποία πολλά μόρια ίδιων ή διαφορετικών οργανικών ενώσεων, που ονομάζονται μονομερή, ενώνονται και σχηματίζουν μακρομόρια, τα πολυμερή.**

Με ανάλογο τρόπο γίνεται και ο πολυμερισμός του χλωροαιθένιου ή βινυλοχλωριδίου και σχηματίζεται το πολυβινυλοχλωρίδιο ή PVC.



## 2.8 Τι είναι τα πλαστικά;

Πιθανόν να έχετε ακούσει τα ονόματα των πλαστικών πολυαιθυλένιο, PVC, Teflon, νάιλον, τεχνητό καουτσούκ και να έχετε αναρωτηθεί τι ουσίες να είναι αυτές.

**Πλαστικά είναι τα υλικά τα οποία έχουν ως κύριο συστατικό ένα πολυμερές και διάφορες πρόσθετες ουσίες.**

Ορισμένα από τα πλεονεκτήματα των πλαστικών είναι το χαμηλό κόστος παραγωγής, η ελαστικότητα, η αντοχή στη θραύση, η πλαστικότητα, οι μονωτικές ιδιότητες κ.ά.

## 2.9 Πολυμερή-πλαστικά

Μέχρι τώρα αναφέρθηκαν συνθετικά πολυμερή τα οποία παράγονται από το πετρέλαιο. Τελικά τα πολυμερή εφευρέθηκαν από τους χημικούς ή οι χημικοί κατάφεραν να αντιγράψουν με επιτυχία το εργαστήριο της φύσης;

Η ίδια η φύση παράγει πληθώρα φυσικών πολυμερών στα φυτά (ρετσίνι) και τα ζώα (κερατίνη), ακόμη και μέσα στο ανθρώπινο σώμα (πρωτεΐνες). Φυσικά πολυμερή υπάρχουν ακόμη στο βαμβάκι, το ξύλο, το δέρμα και το τρίχωμα των ζώων και των ανθρώπων. Τα πολυμερή αυτά εμφανίζουν ιδιότητες (ελαστικότητα, αντοχή, μικρή πυκνότητα), τις οποίες οι χημικοί προσπαθούν να επιτύχουν στα προϊόντα τα οποία συνθέτουν. Το φυσικό μετάξι, το καουτσούκ, το ρετσίνι, το άμυλο, η κυτταρίνη και οι πρωτεΐνες είναι λίγα μόνο από τα φυσικά πολυμερή.

**Και λίγη ιστορία...**

Το καουτσούκ (Caoochu, δάκρυ του ξύλου), το φυσικό πολυμερές, το οποίο παράγεται από το τροπικό δέντρο εβέα, ήταν γνωστό στους Μάγιας. Στην Ευρώπη ήρθε το 18ο αιώνα, αλλά η αξία του αναγνωρίστηκε όταν ο Τ. Goodyear ανακάλυψε μια μέθοδο που το έκανε ανθεκτικό στις μεταβολές θερμοκρασίας και ο R.W. Thomson εφηύρε αυτό που σήμερα λέμε λάστιχο ποδηλάτου ή αυτοκινήτου.

Η ζήτηση καουτσούκ αυξήθηκε και μαζί της αυξήθηκε και η στρατηγική σημασία της Αμαζονίας με τα πολλά δάση εβέας (*αλληλεπίδραση συστημάτων:* οικονομία-πολιτική). Οι Άγγλοι, οι οποίοι δεν είχαν αποικίες στη Βραζιλία, κατάφεραν να «εξάγουν» παράνομα σπόρους εβέας τους οποίους εγκλιμάτισαν εντελώς τυχαία στις αποικίες τους στην Κεϋλάνη και τη Μαλαισία. Ο Α΄ Παγκόσμιος πόλεμος αύξησε τις ανάγκες σε καουτσούκ και συνεπώς και τις προσπάθειες των επιστημόνων στα εμπόλεμα μέρη για την σύνθεσή του. Παρ' ότι η σύνθεση του καουτσούκ αναδείχθηκε σε πεδίο ισχυρού ανταγωνισμού μεταξύ της Γερμανίας και των ΗΠΑ για περισσότερα από 30 χρόνια και το συνθετικό καουτσούκ θεωρήθηκε υλικό στρατηγικής σημασίας, δεν κατάφερε ποτέ να εκτοπίσει εντελώς το φυσικό καουτσούκ για οικονομικούς και περιβαλλοντικούς λόγους.

## 2.10 Πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα των συνθετικών πολυμερών

Η χρήση των πλαστικών αυξάνει διαρκώς και εκτοπίζει άλλα παραδοσιακά υλικά, εξαιτίας της υπεροχής των ιδιοτήτων τους και των πλεονεκτημάτων που εμφανίζουν.

**Τα βασικά πλεονεκτήματα των συνθετικών πολυμερών**

- Χαμηλό κόστος παραγωγής
- Μικρή πυκνότητα και μεγάλη αντοχή που τους εξασφαλίζει υπεροχή έναντι άλλων υλικών για την αυτοκινητοβιομηχανία και τη βιομηχανία κατασκευής αεροπλάνων
- Αντοχή στα συνήθη χημικά αντιδραστήρια

**Τα βασικά μειονεκτήματα των συνθετικών πολυμερών**

- Είναι ευπαθή στην υπεριώδη ακτινοβολία.
- Καίγονται εύκολα και ελευθερώνουν τοξικές ουσίες στο περιβάλλον.
- Παραμένουν αναλλοίωτα για μεγάλο χρονικό διάστημα, συσσωρεύονται και ρυπαίνουν το περιβάλλον.

Η ρύπανση του περιβάλλοντος και η πετρελαϊκή κρίση στις αρχές της δεκαετίας του 1970 υποχρέωσαν τη χημική βιομηχανία να στρέψει την έρευνά της στη σύνθεση νέων μορφών πλαστικών που μπορούν να αποικοδομηθούν στη φύση (βιοδιασπώμενα πλαστικά) και στην ανακάλυψη μεθόδων ανακύκλωσης και επαναχρησιμοποίησής τους.

## *Είναι θέμα... Χημείας*

**Ορυκτά καύσιμα: είναι βιώσιμη αυτή η ανάπτυξη;**

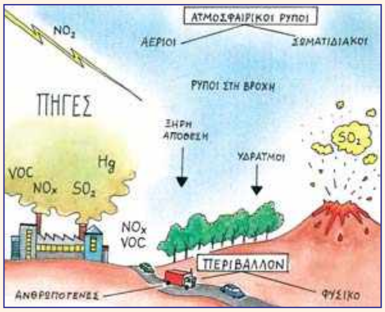
Ο 20ός αιώνας χαρακτηρίστηκε από την ανεξέλεγκτη οικονομική και τεχνολογική ανάπτυξη του δυτικού κόσμου η οποία συνοδεύτηκε από υπερκατανάλωση ενέργειας. Η συντριπτική ποσότητα της ενέργειας ελευθερώνεται με την καύση ορυκτών καυσίμων, όπως το πετρέλαιο, και η εξάρτηση από αυτά έχει οδηγήσει σε έναν ανεπίτρεπτο πολλές φορές ανταγωνισμό για τον έλεγχο των κοιτασμάτων τους. Τα καύσιμα αυτά δεν είναι ανεξάντλητα και σε λίγες δεκαετίες ο ορυκτός πλούτος, που η φύση έφτιαξε μέσα σε εκατομμύρια χρόνια, προβλέπεται να εξαντληθεί, αν καταναλώνονται με αυτό το ρυθμό. Εκτός όμως από τον κίνδυνο εξάντλησης των πρώτων υλών, ένα σοβαρό σημείο προβληματισμού αποτελούν οι περιβαλλοντικές επιπτώσεις από τη χρήση ορυκτών καυσίμων.

***Ενδεικτικά αναφέρουμε ότι τα καυσαέρια συνεισφέρουν σημαντικά:***

- **Στο φαινόμενο του θερμοκηπίου**

  www.epa.gov/globalwarming

  Το φαινόμενο του θερμοκηπίου είναι μια φυσική διαδικασία χάρη στην οποία η Γη μένει ζεστή και υπάρχει ζωή. Οι ανθρώπινες δραστηριότητες όμως έχουν αυξήσει τα αέρια του θερμοκηπίου και ιδιαίτερα το $CO_2$, με αποτέλεσμα μεγαλύτερο μέρος υπέρυθρης ακτινοβολίας να εγκλωβίζεται κοντά στη Γη και να την υπερθερμαίνει. Έτσι υπάρχει κίνδυνος να αλλάξει το κλίμα με συνέπειες την τήξη των πάγων, την άνοδο της στάθμης των ωκεανών και το πλημμύρισμα παράκτιων περιοχών, τη μετατροπή πόσιμου νερού σε υφάλμυρο, την εκδήλωση ακραίων καιρικών φαινομένων κ.ά.




- **Στην όξινη βροχή (σελ. 44)**

  http://www.epa.gov/airmarkets/acidrain/

  Τα οξείδια του θείου ($SO_X$) που παράγονται κατά την καύση ορυκτών καυσίμων στη βιομηχανία και τα οξείδια του αζώτου ($NO_X$) στους κινητήρες των αυτοκινήτων προκαλούν την όξινη βροχή, η οποία καταστρέφει μνημεία πολιτιστικής κληρονομιάς φτιαγμένα από μάρμαρο, οξινίζει το έδαφος και τα επιφανειακά νερά, με τραγικές επιπτώσεις στην ισορροπία των οικοσυστημάτων τους.

- **Στο φωτοχημικό νέφος**

  http://hk.geocities.com/xavier114fch/03/03b.htm

  http://www.howproductsimpact.net/impacts/photochemicalsmog.htm

  Αθήνα 1997.

  Το οξυγόνο, οι πτητικοί υδρογονάνθρακες και τα οξείδια του αζώτου ($NO_X$), με τη βοήθεια της ηλιακής ακτινοβολίας, σχηματίζουν όζον στην τροπόσφαιρα, όπου είναι εξαιρετικά βλαβερό. Το όζον μαζί με τα οξείδια του αζώτου ($NO_X$) και τη σκόνη σχηματίζουν το φωτοχημικό νέφος, που είναι χαρακτηριστικό αστικών κέντρων με έντονη ηλιοφάνεια, όπως η Αθήνα και το Λος Άντζελες.

***Υπάρχει λύση;*** Μπροστά στους ορατούς πλέον κινδύνους για μια οικολογική καταστροφή οι πολίτες, οι επιστήμονες και οι κυβερνήσεις μοιάζουν να προβληματίζονται σοβαρά και να προσανατολίζονται προς λύσεις που θα οδηγήσουν σε μια βιώσιμη ανάπτυξη, όπου η παραγωγή αγαθών και υπηρεσιών δε συνοδεύεται από την υποβάθμιση του περιβάλλοντος.

Σε ό,τι αφορά την παραγωγή και τη διαχείριση της ενέργειας, η πιο δημοφιλής λύση είναι οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας τις οποίες αναφέρουμε συνοπτικά.

**1.** Κυψέλες καυσίμων-υδρογόνου **2.** Ήλιος **3.** Άνεμος
**4.** Βιομάζα-Βιοντίζελ **5.** Ωκεανοί **6.** Γεωθερμικά πεδία

Η επιστήμη της Χημείας έχει αναπτύξει ένα σοβαρό προβληματισμό για τη μείωση των επικίνδυνων ουσιών στις διεργασίες σχεδιασμού, παραγωγής και εφαρμογής χημικών προϊόντων, στα πλαίσια μιας νέας φιλοσοφίας της Χημείας, η οποία ονομάζεται **Πράσινη Χημεία**.

Επιγραμματικά αναφέρουμε μερικές από τις 12 αρχές της Πράσινης Χημείας.

**1.** Η πρόληψη παραγωγής αποβλήτων
**2.** Ο σχεδιασμός για ενεργειακή αποτελεσματικότητα
**3.** Η χρήση ανανεώσιμων πρώτων υλών
**4.** Η μείωση των ενδιάμεσων παραγώγων
**5.** Ο σχεδιασμός αποικοδομήσιμων προϊόντων.

*Πρακτικά 1ου Πανελλήνιου Συμποσίου*
*Πράσινη Χημεία και Βιώσιμη Ανάπτυξη*

http://www.epa.gov/greenchemistry/,
http://www.chemistry.org/portal/a/c/s

## ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ – ΑΣΚΗΣΕΙΣ

| | ΣΤΟΧΟΙ |
|---|---|
| **1. α.** Από τι αποτελείται, και πώς σχηματίστηκε το αργό πετρέλαιο;<br>**β.** Το αργό πετρέλαιο είναι ανανεώσιμος φυσικός πόρος; Να δικαιολογήσετε την απάντησή σας.<br>**γ.** Σε ποιες διεργασίες πρέπει να υποβληθεί το αργό πετρέλαιο, ώστε να παράγει χρήσιμα προϊόντα;<br>**δ.** Ποιες είναι οι δύο κυριότερες χρήσεις του πετρελαίου κατά τη γνώμη σας; Να αιτιολογήσετε την απάντησή σας. | 1, 2, 3 |
| **2. α.** Από τι αποτελείται και πώς σχηματίστηκε το φυσικό αέριο;<br>**β.** Το φυσικό αέριο είναι ανανεώσιμος φυσικός πόρος; Να δικαιολογήσετε την απάντησή σας.<br>**γ.** Να αναφέρετε τρεις λόγους για τους οποίους είναι προτιμότερο να χρησιμοποιηθεί το φυσικό αέριο ως καύσιμο έναντι του πετρελαίου. | 1, 2, 4 |
| **3.** Τι είναι η Πετροχημεία; Να αναφέρετε τέσσερα πετροχημικά προϊόντα που χρησιμοποιείτε στην καθημερινή σας ζωή. | 5 |
| **4. α.** Τι είναι τα πλαστικά και με ποια χημική αντίδραση παρασκευάζονται τα βασικά συστατικά τους;<br>**β.** Να αναφέρετε ένα πλαστικό ευρείας χρήσης, τη χημική εξίσωση με την οποία παρασκευάζεται, το βασικό συστατικό του και τις χρήσεις του.<br>**γ.** Τα πολυμερή παράγονται μόνο στα εργαστήρια; Να δικαιολογήσετε την απάντησή σας.<br>**δ.** Να αναφέρετε τρεις λόγους για τους οποίους η χρήση των πλαστικών είναι τόσο διαδεδομένη και δύο λόγους για τους οποίους η χρήση τους δημιουργεί προβλήματα. | 6, 7, 8 |

# 3. Η αιθανόλη

«Οίνος ευφραίνει καρδίαν ανθρώπου» Ψαλμός 103ος, στίχος 15.
Η κατανάλωση αλκοολούχων ποτών με μέτρο είναι από την αρχαιότητα συνδεδεμένη με τις ευχάριστες και τις εορταστικές στιγμές της ανθρώπινης ζωής. Στην αρχαία ελληνική μυθολογία, ο θεός **Διόνυσος**, για να ευχαριστήσει το βασιλιά της Αιτωλίας Οινέα του χάρισε ένα κλήμα αμπελιού που έφερε από μια μακρινή χώρα. Για να συντηρήσει το κλήμα στο μακρινό του ταξίδι, τύλιξε τις ρίζες του με λάσπη και το φύλαξε διαδοχικά σε ένα κόκαλο αηδονιού, σε ένα κόκαλο λιονταριού και σε ένα κόκαλο γουρουνιού. Ο Οινέας φύτεψε το κλήμα και όταν έβγαλε ζουμερά σταφύλια έφαγε μερικά και τα υπόλοιπα τα πάτησε και τα έκανε μούστο. Σύντομα ο μούστος ζυμώθηκε, έγινε κρασί και πρόσφερε χαρά σε όσους το δοκίμασαν. Όμως το κρασί πήρε τα καλά και τα κακά των ζώων με τα οποία μεταφέρθηκε το κλήμα του αμπελιού. Στην αρχή της οινοποσίας ο άνθρωπος κελαηδεί σαν πουλί, όποιος πιει παραπάνω αγριεύει σαν λιοντάρι και αν το παρακάνει χάνει τον έλεγχό του και συμπεριφέρεται σαν γουρούνι.

**Έννοιες κλειδιά:** αιθανόλη • αλκοολικός βαθμός • ένζυμα • ζυμώσεις

**Όταν θα έχετε μελετήσει την ενότητα αυτή, θα μπορείτε:**

1. Να αναφέρετε παραδείγματα γνωστών από την καθημερινή σας ζωή ζυμώσεων.
2. Να συσχετίζετε τη δράση ενζύμων και καταλυτών.
3. Να αναφέρετε το συντακτικό τύπο, τις φυσικές ιδιότητες και την καύση της αιθανόλης.
4. Να αναφέρετε παραδείγματα αλκοολούχων ποτών και των πρώτων υλών από τις οποίες παρασκευάζονται.
5. Να προσδιορίζετε πειραματικά την περιεκτικότητα των αλκοολούχων ποτών σε αιθανόλη.
6. Να εκτιμάτε τις επιπτώσεις της κατάχρησης του αλκοόλ στον ανθρώπινο οργανισμό.

## 3.1 Ζυμώσεις – Ένζυμα

Το ξίδι περιέχει *οξικό οξύ*, το γιαούρτι *γαλακτικό οξύ* και το κρασί περιέχει οινόπνευμα, η χημική ονομασία του οποίου είναι *αιθανόλη* ή *αιθυλική αλκοόλη*. Οι τρεις αυτές ουσίες είναι οργανικές και σχηματίζονται με τρεις αντιδράσεις που ανήκουν στην ίδια κατηγορία, τις **ζυμώσεις**. Το οξικό οξύ προκύπτει από την οξική ζύμωση της αιθυλικής αλκοόλης που περιέχεται στο κρασί. Το γαλακτικό οξύ προκύπτει από τη γαλακτική ζύμωση σακχάρων που περιέχονται στο γάλα και η αιθυλική αλκοόλη προκύπτει συνήθως από την αλκοολική ζύμωση της γλυκόζης, ενός σακχάρου που περιέχεται στο μούστο.

*Ποιες αντιδράσεις ονομάζονται ζυμώσεις;*

**Ζυμώσεις ονομάζονται οι αντιδράσεις μετατροπής οργανικών ουσιών σε άλλες απλούστερες με τη βοήθεια ειδικών οργανικών ουσιών, των ενζύμων.**

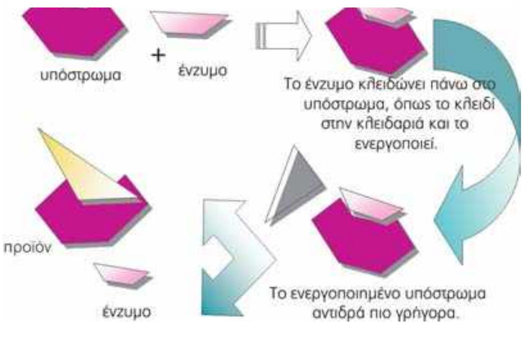
**Ένζυμα ή βιοκαταλύτες ονομάζονται οι οργανικές ενώσεις, πρωτεϊνικής προέλευσης, η παρουσία των οποίων αυξάνει την ταχύτητα χημικών αντιδράσεων.**

*Τα ένζυμα διαφέρουν από τους άλλους καταλύτες στην:*

**α. αυστηρή εξειδίκευση.** Ένα ένζυμο συνήθως καταλύει μια και μόνη αντίδραση.

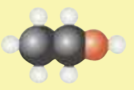
**β. αύξηση της ταχύτητας.** Ένα ένζυμο αυξάνει την ταχύτητα της αντίδρασης περίπου ένα εκατομμύριο φορές, ενώ οι κοινοί καταλύτες λιγότερο.

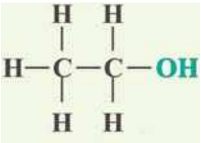
**γ. ευπάθεια.** Τα ένζυμα δρουν σε ορισμένες περιοχές θερμοκρασιών και pH, έξω από τις οποίες απενεργοποιούνται.



**Η δράση των ενζύμων με βάση τη θεωρία κλειδιού-κλειδαριάς**

## 3.2 Αιθανόλη ή αιθυλική αλκοόλη ή οινόπνευμα

| Πίνακας 5: Ιδιότητες αιθανόλης | | |
|---|---|---|
| φυσική κατάσταση | υγρό |  |
| πυκνότητα | 0,8 g/mL | |
| χρώμα | άχρωμο | |
| οσμή | χαρακτηριστική | προσομοίωμα |
| σημείο βρασμού | 78,4 °C | αιθανόλης |




Η αιθανόλη, δηλαδή το γνωστό οινόπνευμα, είναι μια οργανική χημική ένωση με μοριακό τύπο $C_2H_5OH$. Το οινόπνευμα σε συνθήκες περιβάλλοντος είναι άχρωμο διαυγές υγρό με χαρακτηριστική οσμή και αναμειγνύεται με το νερό σε οποιαδήποτε αναλογία.

## 3.3 Αλκοολική ζύμωση

Η αλκοολική ζύμωση είναι μια από τις πρώτες χημικές μεταβολές που παρατήρησε και αξιοποίησε ο άνθρωπος. Ακόμη και πρωτόγονοι λαοί γνώριζαν ότι οι γλυκοί καρποί, όπως τα σταφύλια, όταν αφήνονταν για μεγάλο διάστημα σε κατάλληλες συνθήκες παρήγαγαν προϊόντα που προκαλούσαν μέθη.

## Η αιθανόλη

Η αλκοολική ζύμωση είναι η αντίδραση παρασκευής της αιθανόλης από τη γλυκόζη σύμφωνα με τη διπλανή χημική εξίσωση.

γλυκόζη $\xrightarrow[\text{ζυμάση}]{\text{ένζυμο}}$ αιθανόλη + διοξείδιο του άνθρακα

$$C_6H_{12}O_6(aq) \xrightarrow{\text{ζυμάση}} 2\ CH_3CH_2OH(aq) + 2\ CO_2(g)$$

## 3.4 Η καύση της αιθανόλης

**ΠΕΙΡΑΜΑ** **Η καύση της αιθανόλης (πείραμα επίδειξης)**

Τι θα κάνουμε

1. Σε μια κάψα πορσελάνης τοποθετούμε 20mL «καθαρού» οινοπνεύματος του εμπορίου (95 %v/v).
2. Ανάβουμε την αιθανόλη με ένα σπίρτο (1).
3. Τοποθετούμε ένα κρύο γυάλινο ποτήρι με πόδι πάνω από τη φλόγα. (2)

   **Τι παρατηρούμε στα τοιχώματα του ποτηριού;**
   Στα τοιχώματα του ποτηριού σχηματίζονται σταγονίδια νερού, δηλαδή υδρατμοί, που παράγονται κατά την καύση της αιθανόλης και υγροποιούνται στην κρύα επιφάνεια του ποτηριού.
4. Ξεπλένουμε το ποτήρι με ασβεστόνερο και το επανατοποθετούμε πάνω από τη φλόγα.

   **Τι παρατηρούμε στις σταγόνες του ασβεστόνερου στο ποτήρι;**
   Τα άχρωμα σταγονίδια του ασβεστόνερου αποκτούν ένα γαλακτώδες χρώμα. Αυτό οφείλεται στο ανθρακικό ασβέστιο το οποίο σχηματίστηκε όταν το διοξείδιο του άνθρακα από την καύση της αιθανόλης αντέδρασε με το ασβεστόνερο.

Η καύση της αιθανόλης είναι μια εξώθερμη αντίδραση κατά την οποία παράγεται $CO_2$ και $H_2O$ και συμβολίζεται με την ακόλουθη χημική εξίσωση:

$$C_2H_5OH(l) + 3O_2(g) \rightarrow 2CO_2(g) + 3H_2O(g) + Q$$

## 3.5 Αλκοολούχα ποτά

Ως αλκοολούχα χαρακτηρίζονται τα ποτά που περιέχουν αιθανόλη. Η περιεκτικότητα των αλκοολούχων ποτών σε αιθανόλη εκφράζεται σε αλκοολικούς βαθμούς.

**Αλκοολικός βαθμός είναι η %v/v περιεκτικότητα του αλκοολούχου ποτού σε οινόπνευμα.** Έτσι, ένα κρασί του οποίου η ετικέτα αναγράφει 11% vol περιέχει 11 mL οινοπνεύματος σε 100 mL του.

**ΠΕΙΡΑΜΑ** **Μέτρηση των αλκοολικών βαθμών του κρασιού με τη βοήθεια αλκοολόμετρου**

Τι θα κάνουμε

1. Σε ογκομετρικό κύλινδρο των 250 mL ρίχνουμε μέχρι τα 2/3 του ύψους του κρασί.
2. Βυθίζουμε το αλκοολόμετρο στο κρασί του ογκομετρικού κυλίνδρου, το αφήνουμε να ισορροπήσει και διαβάζουμε την ένδειξη.

   Σε τι αντιστοιχεί η ένδειξη αυτή;
   Η ένδειξη δείχνει τους αλκοολικούς βαθμούς του κρασιού.

Τα αλκοολούχα ποτά ανάλογα με τον τρόπο παρασκευής τους διακρίνονται σε:

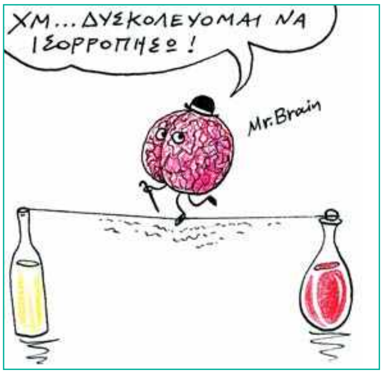
- μη αποσταζόμενα (κρασί, μπίρα),
- αποσταζόμενα (ούζο, τσίπουρο, ρακί, βότκα κ.ά.)
- ηδύποτα ή λικέρ (τσέρι, κουαντρό, μέντα κ.ά.).

Το κρασί παρασκευάζεται από την αλκοολική ζύμωση του μούστου, δηλαδή του χυμού νωπών σταφυλιών. Η μπίρα παρασκευάζεται από ζύμωση των σακχάρων που περιέχονται στη βύνη, η οποία είναι κριθάρι στο αρχικό στάδιο της βλάστησης, με προσθήκη εκχυλίσματος λυκίσκου, που της προσδίδει χαρακτηριστική γεύση.

Η αιθανόλη είναι λιγότερο ρυπογόνο καύσιμο από το πετρέλαιο. Έτσι οι χώρες της Ν. Αμερικής, οι οποίες έχουν μεγάλες φυτείες ζαχαροκάλαμου και δυνατότητα μεγάλης παραγωγής αιθανόλης από την αλκοολική ζύμωση, τη χρησιμοποιούν ως καύσιμο είτε μόνη είτε σε μείγμα με τη βενζίνη (πράσινη βενζίνη).

## 3.6 Η φυσιολογική δράση της αιθανόλης

Η κατανάλωση οινοπνεύματος σε μικρή ποσότητα έχει διεγερτική δράση, ενώ σε μεγάλη ποσότητα προκαλεί μέθη. Σε νέους κάτω των 18 ετών μπορεί να αναστείλει την ανάπτυξη και να προκαλέσει βλάβες σε ζωτικά όργανα, όπως το συκώτι. Στις μεγαλύτερες ηλικίες η κατανάλωση με μέτρο προκαλεί ευφορία και σε ορισμένες περιπτώσεις συμβάλλει στην καλή λειτουργία της καρδιάς. Όταν όμως το αλκοόλ καταναλώνεται σε μεγάλες ποσότητες μπορεί να δράσει σαν δηλητήριο και να προκαλέσει ακόμη και το θάνατο. Η συνεχής χρήση αλκοολούχων ποτών καταστρέφει το συκώτι και δημιουργεί σωματική και ψυχολογική εξάρτηση που είναι γνωστή ως **αλκοολισμός**. Η κατανάλωση αλκοόλ χαλαρώνει τα αντανακλαστικά και γι' αυτό υπάρχει αυστηρή νομοθεσία για τα όρια στο αίμα των οδηγών και προβλέπονται τακτικοί έλεγχοι (αλκοτέστ). Η Ευρωπαϊκή Επιτροπή προτείνει το όριο αλκοόλ για τους οδηγούς στα κράτη-μέλη της Ευρωπαϊκής Ένωσης στα 0,2 γραμμάρια ανά λίτρο αίματος, με στόχο τη μείωση των αυτοκινητιστικών ατυχημάτων.




### ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ – ΑΣΚΗΣΕΙΣ

| | ΣΤΟΧΟΙ |
|---|---|
| **1.** Τι ονομάζεται ζύμωση; Να αναφέρετε δύο είδη ζυμώσεων γνωστών από την καθημερινή σας ζωή. | 1 |
| **2.** Να συμπληρωθούν τα κενά στην ακόλουθη πρόταση: Τα ..... αυξάνουν την ..... των αντιδράσεων που ονομάζονται ζυμώσεις. | 2 |
| **3.** Ποιες είναι οι σημαντικότερες διαφορές ενζύμων και ανόργανων καταλυτών; | 2 |
| **4.** Να συμπληρώσετε τη χημική εξίσωση της καύσης της αιθανόλης με λόγια και με τύπους. Αιθανόλη + ............... → ............... του ............... + νερό<br>$CH_3CH_2OH$ (l) + ....$O_2$(g) → ...................... + ...................... | 2, 5 |
| **5.** Ποιος καταναλώνει περισσότερο οινόπνευμα, αυτός που πίνει 300 mL κρασιού 12 αλκοολικών βαθμών ή αυτός που πίνει 1L μπύρας 5 αλκοολικών βαθμών; Να δικαιολογήσετε την απάντησή σας. | 5 |

# 4. Υδατάνθρακες-Πρωτεΐνες-Λίπη

Η έκφραση «το αυτοκίνητό μου τρώει πολλή βενζίνη» δείχνει μια πραγματικότητα. Οι υδρογονάνθρακες είναι αποθήκες ενέργειας τις οποίες καίει το αυτοκίνητο, για να λειτουργήσει. Σε ορισμένες χώρες, όπως η Βραζιλία, ως αποθήκες ενέργειας στα αυτοκίνητα χρησιμοποιούνται και οι αλκοόλες. Όπως τα αυτοκίνητα έτσι και οι ζωντανοί οργανισμοί καίνε άλλες αποθήκες ενέργειας που τις βρίσκουν στις τροφές. Οι αποθήκες αυτές είναι οργανικές ενώσεις που «καίνε» οι οργανισμοί.

***Τροφές*** ονομάζονται τα προϊόντα που προέρχονται από τα φυτά ή τα ζώα και τα οποία προσλαμβάνει ο άνθρωπος, για να πάρει θρεπτικά συστατικά.

**Έννοιες κλειδιά:** αμινοξέα • άμυλο • γλυκόζη • έλαια • κυτταρίνη • λίπη • πρωτεΐνες • υδατάνθρακες • φωτοσύνθεση

**Όταν θα έχετε μελετήσει την ενότητα αυτή, θα μπορείτε:**

1. Να διαπιστώνετε πειραματικά την ύπαρξη του άνθρακα σε ορισμένες οργανικές ουσίες.
2. Να αναφέρετε τους σημαντικότερους υδατάνθρακες.
3. Να αναφέρετε ποιες ουσίες ονομάζονται πρωτεΐνες.
4. Να αναφέρετε τις κυριότερες βρώσιμες λιπαρές ουσίες και τη βιολογική αξία τους.
5. Να εκτιμάτε το ρόλο των υδατανθράκων, των πρωτεϊνών και των λιπών στους οργανισμούς.
6. Να συμπεραίνετε ότι ο άνθρακας είναι ένα από τα απαραίτητα στοιχεία της ζώσας ύλης.
7. Να συνδέετε τα κύρια στάδια του κύκλου του άνθρακα με διαδικασίες ανοικοδόμησης, αποικοδόμησης και ανταλλαγής ενέργειας.

## 4.1 Γενικά

**ΠΕΙΡΑΜΑ** επίδειξης **Διαπιστώνουμε πειραματικά την ύπαρξη του άνθρακα στη ζάχαρη.**

**Τι θα κάνουμε**

**1.** Σε μια ύαλο ωρολογίου βάζουμε μια μικρή ποσότητα, περίπου 5 γραμμάρια, ζάχαρης.

**2.** Με ένα σταγονόμετρο ρίχνουμε πάνω στη ζάχαρη 3-4 σταγόνες πυκνού θειικού οξέος, το οποίο είναι αφυδατικό και δεσμεύει το νερό.

Τι χρώμα απέκτησε η ζάχαρη στο σημείο που έπεσαν οι σταγόνες του θειικού οξέος;

Να συγκρίνετε το χρώμα που απέκτησε η ζάχαρη στην περιοχή που έπεσαν οι σταγόνες του πυκνού θειικού οξέος με το χρώμα του κάρβουνου.

Η ζάχαρη όταν πάνω της πέφτει θειικό οξύ απανθρακώνεται, δηλαδή γίνεται άνθρακας που έχει μαύρο χρώμα. Επομένως, η ζάχαρη περιέχει άνθρακα και ανήκει στις οργανικές ενώσεις. Η ζάχαρη ανήκει επίσης στη μεγάλη κατηγορία των θρεπτικών συστατικών.

**Θρεπτικά συστατικά ονομάζονται οι ουσίες που περιέχονται στις τροφές και είναι απαραίτητες για την ανάπτυξη και συντήρηση του οργανισμού.**

Τα θρεπτικά συστατικά:

- παρέχουν στον οργανισμό την απαιτούμενη ενέργεια για τη συντήρησή του,
- παρέχουν τις πρώτες ύλες από τις οποίες σχηματίζονται τα δομικά συστατικά των ιστών του οργανισμού και
- ρυθμίζουν τη λειτουργία του μεταβολικού ρυθμού, δηλαδή των αντιδράσεων που πραγματοποιούνται στα κύτταρα.

Τα θρεπτικά συστατικά ταξινομούνται σε μακροθρεπτικά που προσφέρουν ενέργεια στον οργανισμό και σε μικροθρεπτικά που χωρίς να προσφέρουν ενέργεια βοηθούν τη λειτουργία του. Η ταξινόμηση αυτή φαίνεται στον παρακάτω πίνακα.

**Πίνακας 6: Θρεπτικά συστατικά**

| μακροθρεπτικά | παρεχόμενη ενέργεια/g | θερμίδα | μικροθρεπτικά |
|---|---|---|---|
| υδατάνθρακες | (4 kcal/g) | μεγάλη θερμίδα ή kcal είναι μία μονάδα ενέργειας με την οποία μετριέται η ενεργειακή αξία ενός τροφίμου 1kcal = 4,184 kJ | βιταμίνες |
| πρωτεΐνες | (4 kcal/g) | | μέταλλα και ιχνοστοιχεία |
| λίπη και έλαια | (9 kcal/g) | | νερό |

## 4.2 Υδατάνθρακες ή σάκχαρα

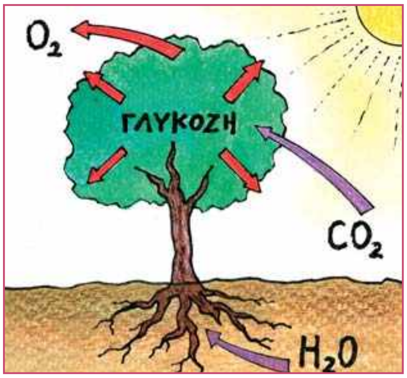
Η ζάχαρη ($C_{12}H_{22}O_{11}$) ανήκει σε μια μεγάλη κατηγορία οργανικών ενώσεων, τους υδατάνθρακες. Οι υδατάνθρακες, περιέχουν άνθρακα, υδρογόνο και οξυγόνο και είναι η πιο διαδεδομένη κατηγορία θρεπτικών συστατικών. Στο μοριακό τύπο της ζάχαρης η αναλο-

γία ατόμων υδρογόνου και ατόμων οξυγόνου είναι 2/1, δηλαδή ίδια με αυτή που συναντάμε στο μόριο του νερού ($H_2O$).

Η ονομασία *υδατάνθρακες* για τις ενώσεις αυτές προέκυψε από τη σύνθεση των λέξεων *ύδωρ + άνθρακας*, γιατί πολλές από αυτές περιέχουν τα άτομα Η και Ο σε αναλογία 2/1 αντίστοιχα. Οι υδατάνθρακες είναι το καύσιμο των ζώντων οργανισμών.

*Οι υδατάνθρακες ταξινομούνται σε δύο κατηγορίες:*

- Τα **απλά σάκχαρα** ή **μονοσακχαρίτες**, όπως για παράδειγμα η γλυκόζη και η φρουκτόζη με ίδιο μοριακό τύπο $C_6H_{12}O_6$. Η **γλυκόζη**, που ονομάζεται και σταφυλοσάκχαρο, είναι το πιο διαδεδομένο σάκχαρο. Βρίσκεται στα σταφύλια, στο μέλι και σε άλλους ώριμους καρπούς. Συντίθεται στα πράσινα μέρη των φυτών και κυρίως στα φύλλα κατά τη λειτουργία της φωτοσύνθεσης.




Η φωτοσύνθεση είναι ένα εξαιρετικά πολύπλοκο φαινόμενο που αποδίδεται συνοπτικά από τη χημική εξίσωση:

$$6CO_2 + 6H_2O \xrightarrow[\text{χλωροφύλλη}]{\text{ηλιακή ενέργεια}} C_6H_{12}O_6 + 6O_2$$

Κατά τη φωτοσύνθεση, η ηλιακή ενέργεια αποθηκεύεται με τη μορφή χημικής ενέργειας στα μόρια της γλυκόζης και χρησιμοποιείται από τους ζωικούς οργανισμούς, όταν οι υδατάνθρακες καταναλωθούν ως τροφή. Η γλυκόζη είναι πολύ σημαντική για τους οργανισμούς, γιατί ρυθμίζει το μεταβολισμό, είναι πηγή ενέργειας για τον εγκέφαλο και ρυθμιστικός παράγοντας για την αρτηριακή πίεση. Αποτελεί συστατικό του αίματος σε περιεκτικότητα 75-110 mg/100mL, που αυξάνεται σε παθολογικές καταστάσεις (*σακχαρώδης διαβήτης*).

- Τους **σύνθετους υδατάνθρακες**, οι οποίοι διακρίνονται σε:

  1. **ολιγοσακχαρίτες** ή **σακχαροειδείς**, που προκύπτουν από συνένωση μικρού αριθμού μορίων απλών σακχάρων με ταυτόχρονη αποβολή μορίων νερού και έχουν γλυκιά γεύση, όπως το *καλαμοσάκχαρο* ή *σακχαρόζη* που είναι η κοινή ζάχαρη, η *μαλτόζη* και η *λακτόζη*, με ίδιο μοριακό τύπο $C_{12}H_{22}O_{11}$.

$$C_6H_{12}O_6 + C_6H_{12}O_6 \rightarrow C_{12}H_{22}O_{11} + H_2O$$

**γλυκόζη + φρουκτόζη → σακχαρόζη + νερό**

**Πίνακας 7: Χαρακτηριστικοί ολιγοσακχαρίτες**

| όνομα ολιγοσακχαρίτη | μονοσακχαρίτες από τους οποίους προέρχεται | πού βρίσκεται |
|---|---|---|
| σακχαρόζη ή ζάχαρη | γλυκόζη + φρουκτόζη | σακχαρότευτλα, σακχαροκάλαμο |
| μαλτόζη | γλυκόζη + γλυκόζη | κριθάρι ζυθοποιίας |
| λακτόζη | γλυκόζη + γαλακτόζη | γάλα θηλαστικών και ανθρώπου |

Σακχαροκάλαμα και σακχαρότευτλο

**Το καλαμοσάκχαρο** είναι ο πιο γνωστός δισακχαρίτης, γνωστός και ως *σακχαρόζη* ή *ζάχαρη*. Σχηματίζεται στους χλωροπλάστες και από εκεί μεταφέρεται στα διάφορα όργανα και τους ιστούς, όπου μεταβολίζεται. Ως αποταμιευτική ουσία βρίσκεται στο βλαστό του σακχαροκάλαμου που καλλιεργείται στην τροπική και υποτροπική ζώνη και στη ρίζα των σακχαρότευτλων που καλλιεργούνται στην εύκρατη ζώνη. Η ζάχαρη αποτελεί πηγή ενέργειας για τον άνθρωπο, στον οργανισμό του οποίου διασπάται αρχικά σε γλυκόζη και φρουκτόζη. Η μεγάλη όμως κατανάλωση ζάχαρης οδηγεί στην παχυσαρκία.

2. **πολυσακχαρίτες** ή **μη σακχαροειδείς**, που προκύπτουν από συνένωση μεγάλου αριθμού μορίων απλών σακχάρων, συνήθως γλυκόζης, με ταυτόχρονη αποβολή μορίων νερού και δεν έχουν γλυκιά γεύση. Οι σημαντικότεροι πολυσακχαρίτες είναι *το άμυλο*, *η κυτταρίνη* και *το γλυκογόνο* με κοινό μοριακό τύπο $(C_6H_{10}O_5)_\nu$. Οι ενώσεις αυτές είναι αποτέλεσμα πολυμερισμού που γίνεται από την ίδια τη φύση και χαρακτηρίζονται ως φυσικά πολυμερή.

**γλυκόζη + γλυκόζη + ... + γλυκόζη → άμυλο (ή κυτταρίνη ή γλυκογόνο) + νερό**

**Το άμυλο** αποτελεί τη μορφή με την οποία αποθηκεύεται η γλυκόζη στους φυτικούς οργανισμούς. Χρησιμοποιείται για την ανάπτυξη του φυτού και αποθηκεύεται στα φυτικά κύτταρα με τη μορφή των αμυλόκοκκων. Τροφές πλούσιες σε άμυλο είναι οι πατάτες, τα δημητριακά, το ρύζι και τα όσπρια. Στον ανθρώπινο οργανισμό, η διάσπαση του αμύλου αρχίζει στη στοματική κοιλότητα, όπου με τη βοήθεια του ενζύμου *πτυελίνη*, που υπάρχει στο σάλιο, διασπάται και μετατρέπεται σε μαλτόζη, η οποία στη συνέχεια μετατρέπεται σε γλυκόζη με τη βοήθεια του ενζύμου *μαλτάση* που υπάρχει στο έντερο. Οι άνθρωποι καλύπτουν το 50 – 80% των ενεργειακών τους αναγκών με αμυλούχες τροφές.

**Το γλυκογόνο** είναι υδατάνθρακας ζωικής προέλευσης και αποτελεί τη μορφή με την οποία αποθηκεύεται η γλυκόζη στους ζωικούς οργανισμούς. Το γλυκογόνο είναι για τους ζωικούς οργανισμούς το αντίστοιχο του αμύλου των φυτικών οργανισμών, γι’ αυτό και χαρακτηρίζεται ως «ζωικό άμυλο». Βρίσκεται στο συκώτι και στους μυς.

**Η κυτταρίνη** αποτελεί το κύριο συστατικό των κυτταρικών τοιχωμάτων των φυτικών κυττάρων και είναι η πιο διαδεδομένη οργανική ένωση στη φύση. Πολλά από τα παράγωγα της κυτταρίνης, όπως το χαρτί, το τεχνητό μετάξι (ρεγιόν), το σελοφάν που χρησιμοποιείται στη συσκευασία τροφίμων, η νιτροκυτταρίνη που χρησιμοποιείται ως εκρηκτικό, έχουν τεράστια βιομηχανική αξία. Η κυτταρίνη δεν έχει θρεπτική αξία για τον άνθρωπο και για πολλά ζώα, εκτός από τα μηρυκαστικά, γιατί ο οργανισμός τους δε διαθέτει τα κατάλληλα ένζυμα για τη διάσπασή της. Είναι όμως απαραίτητη ουσία για την καλή λειτουργία του εντέρου.

## 4.3 Πρωτεΐνες

Ο όρος πρωτεΐνη προέρχεται από τη λέξη *πρώτος*, για να τονιστεί ο πρωτεύων ρόλος της ως συστατικό του πρωτοπλάσματος των ζωικών και φυτικών κυττάρων. Οι πρωτεΐνες είναι μεγαλομοριακές ενώσεις που αποτελούν απαραίτητο συστατικό όλων των έμβιων οργανισμών.

### Σύσταση και σύνθεση των πρωτεϊνών

| πρωτεΐνη | πρόσθετο στοιχείο |
|---|---|
| αιμοσφαιρίνη | σίδηρος (Fe) |
| καζεΐνη | φωσφόρος (P) |

Οι πρωτεΐνες περιέχουν απαραίτητα τα στοιχεία άνθρακα (C), οξυγόνο (O), υδρογόνο (H), άζωτο (N) και σπανιότερα θείο (S), φωσφόρο (P), σίδηρο (Fe), χαλκό (Cu), μαγνήσιο (Mg), ψευδάργυρο (Zn) και ιώδιο (I). Δομική μονάδα όλων των πρωτεϊνών είναι τα αμινοξέα. Η κάθε πρωτεΐνη προκύπτει από τη συνένωση πολλών μορίων αμινοξέων τα οποία συνδέονται με έναν ειδικό δεσμό, τον *πεπτιδικό*. Σε κάθε πρωτεΐνη η σύνδεση αυτή γίνεται με μια καθορισμένη και μοναδική αλληλουχία. Στο σχηματισμό των πρωτεϊνών συνήθως μετέχουν 20 αμινοξέα, εκ των οποίων τα 10 δεν μπορεί να συνθέσει ο οργανισμός και ονομάζονται *απαραίτητα αμινοξέα*. Ορισμένες τροφές που περιέχουν πρωτεΐνες, όπως το γάλα και τα προϊόντα του, το κρέας, τα αυγά, τα ψάρια, έχουν υψηλή βιολογική αξία, γιατί παρέχουν στον οργανισμό τα απαραίτητα αμινοξέα.

> Τα αμινοξέα είναι οργανικές ενώσεις με κοινά χαρακτηριστικά την καρβοξυλομάδα (-COOH) και την αμινομάδα $-NH_2$.

Η επαρκής πρόσληψη πρωτεϊνών από τον οργανισμό σε καθημερινή βάση είναι αναγκαία για:

- την ανάπτυξή του
- τη συντήρησή του και την αντικατάσταση των πρωτεϊνών που χάνονται από τους ιστούς με τα βιολογικά υγρά,
- την παραγωγή ενέργειας έμμεσα, όταν η πρωτεΐνη χρησιμοποιείται για την παραγωγή γλυκόζης, σε περιπτώσεις έντονης μυϊκής άσκησης,
- τη σύνθεση ενζύμων, δηλαδή βιοκαταλυτών, ορμονών, όπως η αδρεναλίνη, καθώς και μορίων που μεταφέρουν άλλες ουσίες,
- την παραγωγή αντισωμάτων, δηλαδή ειδικών πρωτεϊνών, που αντιστέκονται σε ουσίες-εισβολείς στον οργανισμό που τον κάνουν να νοσεί.

**Πίνακας 8: Αμινοξέα**

| | |
|---|---|
| αλανίνη | γλουταμινικό οξύ |
| βαλίνη | γλουταμίνη |
| λευκίνη | αργινίνη |
| ισολευκίνη | λυσίνη |
| σερίνη | ιστιδίνη |
| θρεονίνη | φαινυλαλανίνη |
| κυστεΐνη | τυροσίνη |
| μεθειονίνη | τρυπτοφάνη |
| ασπαραγινικό οξύ | προλίνη |
| γλυκίνη | ασπαραγίνη |

## 4.4 Λίπη και έλαια

Τα λίπη και τα έλαια είναι βασική κατηγορία θρεπτικών υλών και αποτελούν σημαντική πηγή ενέργειας. Ανήκουν στην ομάδα των φυσικών υλών που ονομάζονται *λιπίδια*. Από χημική άποψη, τόσο τα λίπη όσο και τα έλαια είναι μείγματα ενώσεων (εστέρων) που προκύπτουν από την αντίδραση οργανικών οξέων με γλυκερίνη. Οι ενώσεις αυτές ονομάζονται *γλυκερίδια*.

**Λίπη ονομάζονται τα μείγματα γλυκεριδίων που είναι στερεά σε συνήθεις θερμοκρασίες και έλαια αυτά που είναι υγρά**. Σε ό,τι αφορά την προέλευσή τους διακρίνονται σε:

- *ζωικά λίπη και έλαια*
- *φυτικά λίπη και έλαια*

**Πίνακας 9: Λίπη και έλαια**

| | | |
|---|---|---|
| ζωικά | βούτυρο | ιπατέλαιο |
| ζωικά | βοδινό λίπος | ιχθυέλαιο |
| ζωικά | χοιρινό λίπος | μουρουνέλαιο |
| ζωικά | κ.λπ. | κ.λπ. |
| φυτικά | βούτυρο του κακάο | ελαιόλαδο |
| φυτικά | βούτυρο του κοκκοφοίνικα | ηλιέλαιο |
| φυτικά | | καλαμποκέλαιο |
| φυτικά | | σογιέλαιο |
| φυτικά | | σουσαμέλαιο |
| φυτικά | | λινέλαιο κ.λπ. |

Τα λίπη και τα έλαια έχουν μεγάλη βιολογική αξία, γιατί:

**α.** εξασφαλίζουν σημαντικό μέρος της απαιτούμενης ενέργειας. Κατά το μεταβολισμό, 1 g λίπους αποδίδει 9 kcal, ενώ 1 g υδατάνθρακα ή πρωτεΐνης αποδίδει 4 kcal,

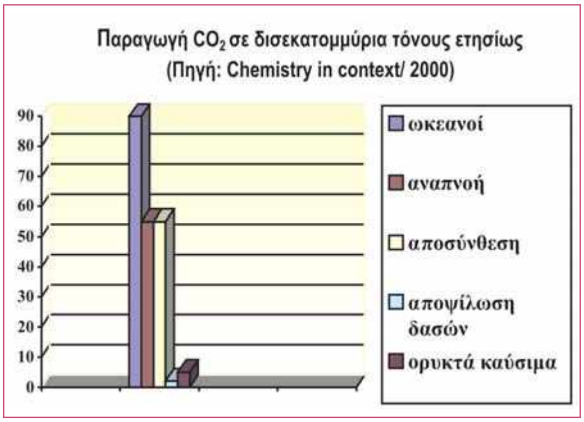
**β.** εξασφαλίζουν τα απαραίτητα λιπαρά οξέα, που δεν μπορεί να συνθέσει ο οργανισμός,

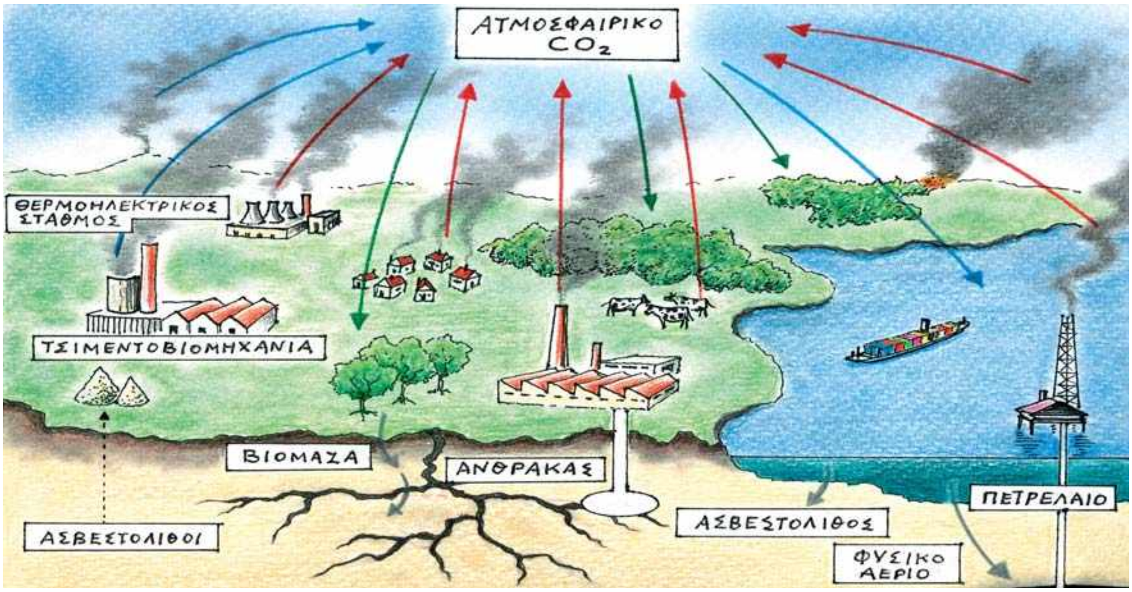
**γ.** μεταφέρουν τις απαραίτητες λιποδιαλυτές βιταμίνες A, D, E, K,

**δ.** εμποδίζουν την απώλεια θερμότητας από το σώμα και έτσι συμβάλλουν στη διατήρηση της θερμοκρασίας του σε φυσιολογικά επίπεδα.

## 4.5 Ο κύκλος του άνθρακα στη φύση

Τα άτομα άνθρακα στη φύση έχουν ήδη ηλικία πάνω από ένα δισεκατομμύριο χρόνια και «προσβλέπουν» σε ένα μέλλον που εμείς οι άνθρωποι δεν μπορούμε να φανταστούμε ότι θα υπάρχει. Αυτή η συνέχεια της ύλης διασφαλίζεται με τη συνεχή μετατροπή σε διαφορετικές μορφές και περιγράφεται στο σκίτσο της επόμενης σελίδας, το οποίο απεικονίζει **τον κύκλο του άνθρακα στη φύση**.

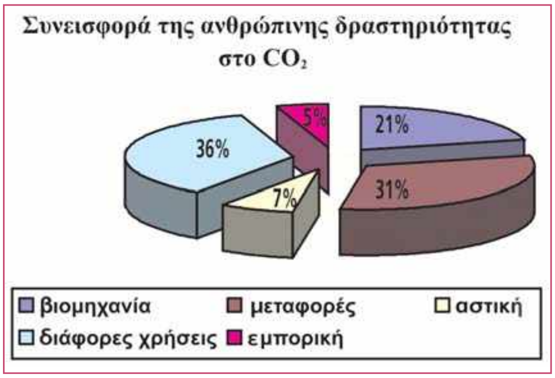





**Συμβολίζονται:** με κόκκινα βέλη → οι καύσεις • με πράσινα βέλη → η φωτοσύνθεση • με γκρι βέλη → τα προϊόντα οργανικής αποσύνθεσης • με μπλε βέλη → άλλες ανταλλαγές (διάλυση, πυρόλυση)

Ο άνθρακας μεταφέρεται συνεχώς από την ατμόσφαιρα στο έδαφος και τους ωκεανούς της Γης και αντίστροφα. Ορισμένα φυτά πεθαίνουν και αποσυντίθενται ελευθερώνοντας διοξείδιο του άνθρακα, την ίδια στιγμή που ορισμένα άλλα μπαίνοντας στην τροφική αλυσίδα μετατρέπονται σε διοξείδιο του άνθρακα, νερό και άλλα απλά μόρια. Το διοξείδιο του άνθρακα εκλύεται από τους κρατήρες ηφαιστείων, τη διάσπαση ασβεστολιθικών πετρωμάτων, τους ωκεανούς και την αναπνοή ζώων και ανθρώπων. Μεγάλες ποσότητές του παράγονται από τη χρήση ορυκτών καυσίμων για κίνηση, θέρμανση και παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας και από τις πυρκαγιές σε δασικές εκτάσεις.

Η συνεισφορά της ανθρώπινης δραστηριότητας στην παραγωγή διοξειδίου του άνθρακα φαίνεται στο ακόλουθο διάγραμμα.




Κάθε χρόνο απομακρύνονται από την ατμόσφαιρα περίπου 200 δισεκατομμύρια τόνοι άνθρακα ως διοξείδιο του άνθρακα. Από αυτούς 110 δισεκατομμύρια τόνοι διοξειδίου του άνθρακα αποθηκεύονται στον ιστό των φυτών με τη διαδικασία της φωτοσύνθεσης και 93 δισεκατομμύρια τόνοι διαλύονται στους ωκεανούς και χρησιμοποιούνται σε χημικές και βιολογικές διεργασίες από το πλαγκτόν. Στους ωκεανούς συσσωρεύεται κυρίως στα όστρακα και τα κοράλλια και από εκεί με αργές διαδικασίες βρίσκει το δρόμο του πάλι για τη στεριά με τη μορφή ασβεστολιθικών και άλλων πετρωμάτων. Οι κυκλικές διαδικασίες που λαμβάνουν χώρα έχουν ως αποτέλεσμα να αποκαθίσταται μια αξιοθαύμαστη δυναμική ισορροπία, κατά την οποία καταναλώνεται σχεδόν όσο διοξείδιο του άνθρακα παράγεται.

**Ο κύκλος του άνθρακα είναι η κυκλική διαδικασία με την οποία ο άνθρακας**

**και οι ενώσεις του ανακυκλώνονται μεταξύ του φυτικού, ζωικού βασιλείου και ανόργανου κόσμου.**

Τα τελευταία χρόνια η ανθρώπινη δραστηριότητα αυξάνει την ποσότητα του $CO_2$ κατά 3 δισεκατομμύρια τόνους κάθε χρόνο, με αποτέλεσμα τη διατάραξη της περιβαλλοντικής ισορροπίας και την εμφάνιση προβλημάτων, όπως το λιώσιμο των πάγων στους πόλους και την ερημοποίηση, εξαιτίας του φαινομένου του θερμοκηπίου.

http://www.cotf.edu/ete/modules/carbon/efcarbon.html
http://earthobservatory.nasa.gov/Library/CarbonCycle/

> Ο άνθρακας, είναι αλήθεια, είναι ένα στοιχείο μοναδικό. Είναι το μοναδικό που ξέρει να δένεται με τον εαυτό του σε μακριές στέρεες αλυσίδες χωρίς μεγάλη σπατάλη ενέργειας και στη ζωή επί της Γης (τη μόνη που γνωρίζουμε μέχρι τώρα) τέτοιες αλυσίδες είναι απαραίτητες. Γι' αυτό ο άνθρακας είναι το στοιχείο-κλειδί των ζώντων όντων.
>
> Όμως η προαγωγή του, η είσοδός του στον οργανικό κόσμο, δεν είναι εύκολη και πρέπει να ακολουθήσει μια υποχρεωτική και μπερδεμένη πορεία που διαλευκάνθηκε μόνο τα τελευταία χρόνια (και πάλι όχι τελείως). Αν η οργανικοποίηση του άνθρακα δε λάμβανε χώρα καθημερινά γύρω μας (σε ποσότητες δισεκατομμυρίων τόνων κάθε εβδομάδα), οπουδήποτε υπάρχει το πράσινο χρώμα ενός φύλλου, τότε θα της δίναμε τελείως δικαιωματικά το όνομα του θαύματος.
>
> ΠΡΙΜΟ ΛΕΒΙ, «Το περιοδικό σύστημα», ΕΙΚΟΣΤΟΣ ΑΙΩΝΑΣ, ΕΚΔΟΣΕΙΣ ΚΑΣΤΑΝΙΩΤΗΣ

## ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ – ΑΣΚΗΣΕΙΣ

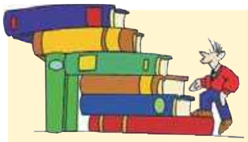
ΣΤΟΧΟΙ

1. Η ζάχαρη ανήκει στις οργανικές ενώσεις. Να περιγράψετε μια πειραματική μέθοδο η οποία να αποδεικνύει ότι η ζάχαρη περιέχει άνθρακα. — 1
2. **α.** Σε ποιες μεγάλες ομάδες διακρίνονται οι υδατάνθρακες;
   **β.** Να αναφέρετε τους υδατάνθρακες που ανήκουν σε καθεμιά από τις παραπάνω ομάδες και αναφέρονται στο βιβλίο σας. — 2
3. Ποιες είναι οι δομικές μονάδες των πρωτεϊνών; — 3
4. Ποια είναι η βιολογική αξία των πρωτεϊνών για τον ανθρώπινο οργανισμό; — 5
5. **α.** Ποιες είναι οι κυριότερες λιπαρές ουσίες;
   **β.** Ποιες λιπαρές ουσίες χαρακτηρίζονται ως λίπη και ποιες ως έλαια;
   **γ.** Να αναφέρετε ορισμένα είδη λιπών και ελαίων. — 4
6. Ποια είναι η βιολογική αξία των λιπαρών ουσιών για τον ανθρώπινο οργανισμό; — 4,5
7. Σε 100 mL φρέσκου γάλακτος (πλήρους) περιέχονται 3,2 g πρωτεϊνών, 4,6 g υδατανθράκων και 3,5 g λιπαρών. Πόση ενέργεια εξασφαλίζετε, αν πιείτε ένα ποτήρι φρέσκο γάλα; Περιεχόμενο ποτηριού 200 mL. — 5
8. Να αντιστοιχίσετε τις ουσίες της στήλης I με τα στοιχεία των στηλών II και III — 4

| Στήλη I<br>Λιπαρή ουσία | Στήλη II<br>Είδος λιπαρής ουσίας | Στήλη III<br>Προέλευση |
|---|---|---|
| • ελαιόλαδο | | • ζωική |
| • σογιέλαιο | • λίπος | |
| • βούτυρο | | |
| • μουρουνέλαιο | | |
| • βούτυρο του κακάο | • έλαιο | |
| • ηλιέλαιο | | • φυτική |

9. Τι εννοούμε με την έκφραση «κύκλος του άνθρακα»; — 6
10. **α.** Τι ονομάζεται φωτοσύνθεση; — 7
    **β.** Ποιος ο ρόλος της φωτοσύνθεσης στον «κύκλο του άνθρακα»;
11. Να αναφέρετε τους δύο σημαντικότερους τομείς της ανθρώπινης δραστηριότητας που συμβάλλουν στην παραγωγή διοξειδίου του άνθρακα. — 7

# Με λίγα λόγια



Στην ενότητα αυτή μελετήσαμε χημικές ενώσεις του άνθρακα, δηλαδή οργανικές ενώσεις οι οποίες είναι σημαντικές για το βιοτικό επίπεδο των ανθρώπων, την ενεργειακή αγορά, τη βιομηχανία και την οικονομία, αλλά και την ίδια τη ζωή.

• Οι **υδρογονάνθρακες** είναι οι απλούστερες οργανικές ενώσεις. Αποτελούνται μόνο από άνθρακα και υδρογόνο και είναι συστατικά του πετρελαίου και του φυσικού αερίου. Οι υδρογονάνθρακες με βάση τη δομή της αλυσίδας τους διακρίνονται σε *άκυκλους* και *κυκλικούς* και με βάση το είδος των δεσμών μεταξύ των ανθράκων σε *κορεσμένους* και *ακόρεστους*. Καίγονται με το οξυγόνο του αέρα προς $CO_2$ και $H_2O$, όταν η καύση είναι τέλεια και προς CO ή αιθάλη και $H_2O$ όταν είναι ατελής.

• Το **πετρέλαιο** και το **φυσικό αέριο** σχηματίστηκαν στο υπέδαφος της Γης από την αποικοδόμηση οργανικών υλών που εγκλωβίστηκαν σε συνθήκες υψηλών θερμοκρασιών και πιέσεων. Το πετρέλαιο που αντλείται με τις γεωτρήσεις ονομάζεται *αργό πετρέλαιο* και μεταφέρεται στα διυλιστήρια, όπου υφίσταται αποθείωση και κλασματική απόσταξη. Τα κλάσματα του πετρελαίου χρησιμοποιούνται ως καύσιμα θέρμανσης και κίνησης, αλλά και ως πολύτιμη πρώτη ύλη για την πετροχημική βιομηχανία. Το φυσικό αέριο είναι μείγμα αέριων υδρογονανθράκων με λίγα άτομα άνθρακα, μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως καύσιμο αντί του πετρελαίου διασφαλίζοντας εξοικονόμηση ενέργειας, μείωση της εξάρτησης από το πετρέλαιο και καθαρότερο περιβάλλον. Σημαντικά προϊόντα της πετροχημικής βιομηχανίας είναι τα **συνθετικά πολυμερή** τα οποία προκύπτουν από τη συνένωση μεγάλου αριθμού μορίων ίδιων ή διαφορετικών οργανικών μορίων, που ονομάζονται **μονομερή**.

• Η **αιθυλική αλκοόλη** ή **αιθανόλη** ή **οινόπνευμα** ($CH_3CH_2OH$ ) παράγεται από την αλκοολική ζύμωση της γλυκόζης με τη βοήθεια ενζύμων που ονομάζονται *ζυμάσες* και είναι το κύριο συστατικό των αλκοολούχων ποτών.

**Ζυμώσεις** ονομάζονται οι αντιδράσεις μετατροπής οργανικών ουσιών σε άλλες απλούστερες με τη βοήθεια **ενζύμων**, δηλαδή βιοκαταλυτών.

• Ο **άνθρακας** είναι το κύριο συστατικό των ενώσεων της ζωής, δηλαδή των υδατανθράκων, των πρωτεϊνών, των λιπών και των ελαίων που είναι τα θρεπτικά συστατικά.

Οι **υδατάνθρακες** ή **σάκχαρα** διακρίνονται σε *μονοσακχαρίτες*, όπως η γλυκόζη που στα φυτά παράγεται κατά τη φωτοσύνθεση, και σε *σύνθετους υδατάνθρακες*, όπως ο δισακχαρίτης καλαμοσάκχαρο ή σακχαρόζη, και οι πολυσακχαρίτες άμυλο, γλυκογόνο και κυτταρίνη. Οι **πρωτεΐνες** είναι τα πολυμερή των αμινοξέων και αποτελούν το πρωτεύον συστατικό όλων των έμβιων οργανισμών. Τα **λίπη** και τα **έλαια** είναι σημαντική πηγή ενέργειας για τους οργανισμούς, τους εξασφαλίζουν τα απαραίτητα λιπαρά οξέα, μεταφέρουν τις λιποδιαλυτές βιταμίνες και συμβάλλουν στη διατήρηση της θερμοκρασίας τους.

Ο άνθρακας στη φύση βρίσκεται σε μια συνεχή ανακύκλωση, μέσω των ενώσεών του, μεταξύ του φυτικού, ζωικού και ανόργανου βασιλείου (**κύκλος του άνθρακα**).

## Απαντήσεις στις ασκήσεις της ενότητας 3: Η Χημεία του άνθρακα

**Οι υδρογονάνθρακες**

**1γ.** Οργανικές ενώσεις είναι: i, ii, iii, iv Υδρογονάνθρακες είναι: ii, iii γιατί αποτελούνται μόνο από C,H.

**3α.**

| | | |
|---|---|---|
| αιθάνιο κορεσμένος | αιθένιο ακόρεστος | αιθίνιο ακόρεστος |
| προπάνιο κορεσμένος | προπένιο ακόρεστος | προπίνιο ακόρεστος |
| μεθάνιο κορεσμένος | | |

**3β.** Στη 2η στήλη: $C_vH_{2v}$

**3γ.** Στην 1η γραμμή όλα τα ονόματα έχουν ως πρώτο συνθετικό αιθ- και ως κατάληξη -ιο. Στη 2η γραμμή όλα τα ονόματα έχουν ως πρώτο συνθετικό προπ- και ως κατάληξη -ιο. Και στις 2 γραμμές διαφέρουν στο 2ο συνθετικό του ονόματος.

**3δ.** Αυξάνεται όσο αυξάνεται ο αριθμός ατόμων άνθρακα.

**Η αιθανόλη**

**2.** ένζυμα, ταχύτητα

**4.** οξυγόνο, διοξείδιο, άνθρακα, 3,2, $CO_2$, 3, $H_2O$

**5.** Αυτός που πίνει μπύρα καταναλώνει 50mL αιθανόλης, ενώ αυτός που πίνει κρασί 36 mL.

**Υδατάνθρακες-Πρωτεΐνες-Λίπη**

**7.** 125,4 kcal

# Λεξιλόγιο

Α

**Αιθανόλη ή οινόπνευμα** ονομάζεται η αλκοόλη με τύπο $CH_3CH_2OH$ η οποία παράγεται από την αλκοολική ζύμωση της γλυκόζης και αποτελεί το κύριο συστατικό των οινοπνευματωδών ποτών.

**Άλας** είναι κάθε χημική ένωση η οποία αποτελείται από ιόντα και μπορεί να προκύψει από την εξουδετέρωση ενός οξέος από μια βάση.

**Αλκάλια** ονομάζονται τα στοιχεία της 1ης ομάδας του περιοδικού πίνακα, πλην του υδρογόνου.

**Αλκαλικές γαίες** ονομάζονται τα στοιχεία της 2ης ομάδας του περιοδικού πίνακα.

**Αλκοολικός βαθμός** ονομάζεται η %v/v περιεκτικότητα ενός αλκοολούχου ποτού σε οινόπνευμα.

**Αλογόνα** ονομάζονται τα στοιχεία της 17ης ομάδας του περιοδικού πίνακα.

**Απλή αντικατάσταση** ονομάζεται η αντίδραση στην οποία ένα μέταλλο αντικαθιστά κατιόντα υδρογόνου σε ορισμένα διαλύματα οξέων ή ιόντα ενός άλλου μετάλλου λιγότερο δραστικού από αυτό σε διαλύματά του.

**Ατομικός αριθμός** ονομάζεται ο αριθμός πρωτονίων του πυρήνα ενός ατόμου.

Β

**Βάση**, σύμφωνα με τη θεωρία Arrhenius, ονομάζεται κάθε ένωση, η οποία, όταν διαλύεται στο νερό, παρέχει ανιόντα υδροξειδίου, $OH^-$.

**Βασικός χαρακτήρας** ονομάζεται το σύνολο των κοινών ιδιοτήτων των βάσεων.

Δ

**Δείκτες** είναι οι χημικές ουσίες που το χρώμα τους αλλάζει ανάλογα με το pH του διαλύματος στο οποίο προστίθενται.

Ε

**Ένζυμα ή βιοκαταλύτες** ονομάζονται οι πρωτεϊνικής φύσης οργανικές ουσίες οι οποίες αυξάνουν την ταχύτητα μιας ζύμωσης.

**Εξουδετέρωση** ονομάζεται η αντίδραση:
$H^+(aq) + OH^-(aq) \rightarrow H_2O\ (l)$

**Ευγενή αέρια** ονομάζονται τα στοιχεία της 18ης ομάδας του περιοδικού πίνακα, τα οποία είναι χημικά αδρανή.

Ζ

**Ζυμώσεις** ονομάζονται οι αντιδράσεις μετατροπής οργανικών ουσιών σε άλλες απλούστερες με τη βοήθεια ενζύμων.

Θ

**Θρεπτικά συστατικά** ονομάζονται οι ουσίες που λαμβάνονται από τις τροφές και χρησιμοποιούνται για την ανάπτυξη και συντήρηση του οργανισμού.

Ι

**Ιόν** είναι ένα φορτισμένο άτομο ή συγκρότημα ατόμων που προκύπτει με αποβολή ή πρόσληψη ηλεκτρονίων. Το αρνητικά φορτισμένο ονομάζεται ανιόν και το θετικά φορτισμένο ονομάζεται κατιόν.

Κ

**Καύση** ονομάζεται η χημική αντίδραση ενός στοιχείου ή μιας χημικής ένωσης με οξυγόνο η οποία συνοδεύεται από παραγωγή θερμότητας και φωτός.

**Κλασματική απόσταξη** είναι η διαδικασία διαχωρισμού ενός υγρού μείγματος με βάση τα διαφορετικά σημεία βρασμού των συστατικών του.

**Κονιάματα** ονομάζονται τα μείγματα που χρησιμοποιούνται στις οικοδομές για τη σύνδεση των οικοδομικών υλικών.

**Κράματα** είναι τα υλικά που αποτελούνται από δύο ή περισσότερα στοιχεία από τα οποία το ένα τουλάχιστον είναι μέταλλο και εμφανίζουν τις ιδιότητες των μετάλλων.

**Κύκλος άνθρακα** είναι η κυκλική διαδικασία με την οποία ο άνθρακας και οι ενώσεις του ανακυκλώνονται μεταξύ του φυτικού, ζωικού και ανόργανου βασιλείου.

Λ

**Λιπάσματα** είναι ουσίες οι οποίες προστίθενται στο έδαφος για να αναπληρώσουν τα στοιχεία τα οποία καταναλώνουν τα φυτά.

Μ

**Μέταλλα** ονομάζονται τα στοιχεία του περιοδικού πίνακα τα οποία εμφανίζουν ένα σύνολο κοινών ιδιοτήτων, όπως μεγάλη πυ-

κνότητα, θερμική και ηλεκτρική αγωγιμότητα, στερεή φυσική κατάσταση και άλλες.

**Ο**

**Ομάδα** ονομάζεται κάθε κατακόρυφη στήλη του περιοδικού πίνακα.
**Όξινη βροχή** ονομάζεται η βροχή όταν το pH της είναι μικρότερο από 4,5, δηλαδή σημαντικά μικρότερο από το pH της κανονικής βροχής.
**Όξινος χαρακτήρας** ονομάζεται το σύνολο των κοινών ιδιοτήτων των οξέων.
**Οξύ**, σύμφωνα με τη θεωρία Arrhenius, ονομάζεται κάθε ένωση η οποία, όταν διαλύεται στο νερό, παρέχει κατιόντα υδρογόνου, $H^+$.
**Οπτικές ίνες** είναι συνθετικές ίνες από γυαλί υψηλής καθαρότητας, το οποίο παρασκευάζεται από χαλαζία, και χρησιμοποιούνται για τη μετάδοση της ακτινοβολίας.

**Π**

**Περιοδικός πίνακας** είναι ο πίνακας κατάταξης των χημικών στοιχείων κατά αύξοντα ατομικό αριθμό.
**Περιοδικότητα** είναι η με κανονικό τρόπο επανάληψη ενός φαινομένου ή μιας ιδιότητας.
**Περίοδος** ονομάζεται κάθε οριζόντια γραμμή του περιοδικού πίνακα.
**Πετρέλαιο** ονομάζεται το μείγμα υγρών κυρίως υδρογονανθράκων το οποίο σχηματίστηκε στη φύση σε υπόγειες ή υποθαλάσσιες κοιλότητες από την αποικοδόμηση οργανικών υλών σε συνθήκες υψηλών θερμοκρασιών και πιέσεων.
**pH** είναι ένας αριθμός που μετράει την περιεκτικότητα ενός υδατικού διαλύματος σε κατιόντα υδρογόνου, $H^+$, και μας επιτρέπει να χαρακτηρίζουμε ένα διάλυμα ως όξινο ή βασικό ή ουδέτερο.
**Πεχαμετρικό χαρτί** είναι ένα ειδικό χαρτί εμποτισμένο σε μείγμα διαφόρων δεικτών που μας επιτρέπει να μετράμε το pH ενός διαλύματος κατά προσέγγιση.
**Πεχάμετρο** είναι ένα ηλεκτρονικό όργανο προσδιορισμού του pH ενός διαλύματος με μεγάλη ακρίβεια.
**Πολυμερή** ονομάζονται οι φυσικές ή συνθετικές ουσίες των οποίων τα μόρια προκύπτουν από τη συνένωση μεγάλου αριθμού μορίων μονομερών.
**Πρωτεΐνες** ονομάζονται οι μακρομοριακές ενώσεις οι οποίες προκύπτουν από τη συνένωση με καθορισμένη αλληλουχία μεγάλου αριθμού αμινοξέων με πεπτιδικούς δεσμούς.

**Τ**

**Τσιμέντο** ονομάζεται το υδατοπαγές κονίαμα το οποίο παρασκευάζεται από ασβεστόλιθους σε ποσοστό 75% και αργιλοπυριτικά υλικά σε ποσοστό 25%.

**Υ**

**Υδατάνθρακες ή σάκχαρα** ονομάζεται μια μεγάλη κατηγορία οργανικών ενώσεων που περιέχουν άνθρακα, υδρογόνο και οξυγόνο. Το υδρογόνο και το οξυγόνο συνήθως βρίσκονται στο μόριο της ένωσης σε αναλογία ατόμων 2:1.
**Υδρογονάνθρακες** ονομάζονται οι οργανικές χημικές ουσίες οι οποίες αποτελούνται μόνο από άνθρακα και υδρογόνο.

**Φ**

**Φυσικό αέριο** ονομάζεται το αέριο μείγμα μικρών υδρογονανθράκων, κυρίως μεθανίου, το οποίο σχηματίστηκε σε φυσικές κοιλότητες από την αποικοδόμηση οργανικών υλών και χρησιμοποιείται ως καύσιμο.

# Βιβλιογραφία


- American Chemical Society, «Chemistry in Context», McGraw-Hill HE, 2000.
- Atkins-Beran, «General Chemistry», W.H. Freeman, 1990.
- Atkins-Jones, «Chemical Principles», W.H.Freeman & Co, 2000.
- Atkins, «Το περιοδικό βασίλειο», Κάτοπτρο, 1995.
- Baeza D., «Fisica Y Quimica», EDITORIAL TEIDE, 1995.
- Βάρβογλης Α.Γ., «Χημείας απόσταγμα», Τροχαλία, 1992.
- Βάρβογλης Α.Γ., «Η κρυφή γοητεία της Χημείας», Τροχαλία, 1994.
- Βάρβογλης Α.Γ., «Μεγάλοι Χημικοί», Ζήτη, 1995.
- Βουδούρης, «Τεχνολογία Τροφίμων», Ιωάννινα 1982.
- Carey F, «Organic Chemistry», McGraw-Hill, 2000.
- Γεωργάτσος, «Βιοχημεία», Θεσσαλονίκη 1980.
- Γεωργιάδου..., «Χημεία Γ΄ Γυμνασίου», ΟΕΔΒ, 1998.
- Chadwick, «Chemistry», G. Allen & Unwin Ltd, 1997.
- Chang R., «Chemistry», Mc Graw-Hill, 1996.
- Chang R., «Essential Chemistry», McGraw Hill, 2000.
- Clank J., «Longman GCSE Chemistry», Longman, 2003.
- Clayden J., «Organic Chemistry», Oxford, 2000.
- Conquest N., «Chemistry», Hodder Gibson, 1999.
- Ebbing-Gammon, «Γενική Χημεία», ΤΡΑΥΛΟΣ, 2002.
- Emsley J., «Nature's Building Blocks», OXFORD, 2003.
- Gallart..., «CIENCIES DE LA NATURALESA-CREDIT 7», Mc Graw-Hill, 2000.
- Harvey D., «Modern Analytical Chemistry», Mc Graw-Hill, 2000.
- Herd Sandy, ..., «Chemistry» Leckie & Leckie, 2000.
- Hill J., Kolb D., «Chemistry for Changing Times», Prentice Hall, 2001.
- Hill G., «Chemistry counts», Hodder & Stoughton, 1986.
- Hill G. & Holman, «Chemistry in Context», Nelson, 1995.
- Leicester H., «Ιστορία της Χημείας», Τροχαλία, 1993.
- Lister-Renshaw, «Understanding Chemistry», S. Thornes Ltd, 1991.
- Μαυρόπουλος Μ., «Διδάσκω Χημεία», Σαββάλας, 1998.
- Mc Quarie-Rock, «General Chemistry», Freeman, 1991.
- Moore J., «Chemistry for Dummies», Willey, 2003.
- Murray, «Principles of organic Chemistry», Heinemann Ed., 1977.
- Salters Advanced Chemistry, «Chemical Storylines», Heinemann, 2000.
- Salters Advanced Chemistry «Chemical Ideas», Heinemann, 2000.
- Sancez D., ..., «Fisica i Quimica», Grup Promotor Santillana, 2000.
- Stengers I-Bensaude-Vincent B., «Ιστορία της Χημείας», Τραυλός, 1999.
- Τσίπης..., «Λεξικό της Χημείας», ΜΑΛΛΙΑΡΗΣ, 2003.
- Yurkanis, «Organic Chemistry», Prentice-Hall, 1992.

Με απόφαση της Ελληνικής Κυβέρνησης τα διδακτικά βιβλία του Δημοτικού, του Γυμνασίου και του Λυκείου τυπώνονται από τον Οργανισμό Εκδόσεως Διδακτικών Βιβλίων και διανέμονται δωρεάν στα Δημόσια Σχολεία. Τα βιβλία μπορεί να διατίθενται προς πώληση, όταν φέρουν βιβλιόσημο προς απόδειξη της γνησιότητάς τους. Κάθε αντίτυπο που διατίθεται προς πώληση και δε φέρει βιβλιόσημο θεωρείται κλεψίτυπο και ο παραβάτης διώκεται σύμφωνα με τις διατάξεις του άρθρου 7 του Νόμου 1129 της 15/21 Μαρτίου 1946 (ΦΕΚ 1946, 108, Α΄).

*Απαγορεύεται η αναπαραγωγή οποιουδήποτε τμήματος αυτού του βιβλίου, που καλύπτεται από δικαιώματα (copyright), ή η χρήση του σε οποιαδήποτε μορφή, χωρίς τη γραπτή άδεια του Παιδαγωγικού Ινστιτούτου.*